

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу**

«На правах рукопису»
УДК 303.732.4

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ О.Л. Тимошук
«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 124 Системний аналіз

**на тему: «Сценарій побудови складних систем на основі методології
когнітивного моделювання»**

Виконав:

студент II курсу, групи КА-62м
Маняк Юрій Вікторович _____

Керівник:

член кор. НАНУ, д.т.н., професор
Панкратова Н.Д. _____

Рецензент:

Завідувач кафедри вищої математики
Національного транспортного університету
Заслужений діяч науки і техніки України
д.т.н., професор
Гуляєв В.І _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ 2018

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність (спеціалізація) – 124 «Системний аналіз» («Системи і методи підтримки прийняття рішень»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.Л. Тимошук

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Маняку Юрію Вікторовичу

1. Тема дисертації «Сценарій побудови складних систем на основі методології когнітивного моделювання», науковий керівник дисертації

Панкратова Наталія Дмитрівна, д.т.н., професор, затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження: процеси функціонування складних систем.

4. Предмет дослідження: методи системного аналізу, моделі, підходи, прийоми когнітивного аналізу.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: огляд проблем побудови складних систем та існуючих методів когнітивного аналізу, обґрунтування необхідності розробки модифікацій нечітких когнітивних моделей, розробка та обґрунтування модифікованої процедури побудови нечітких когнітивних карт із застосуванням апарату нечітких множин, розробка та опис обчислювального алгоритму,

виявлення основних факторів предметної області для побудови початкової структури когнітивної карти на основі двоетапного морфологічного аналізу, програмна реалізація, застосування отриманої програмної реалізації для пошуку сценаріїв побудови складних систем на прикладі металургійного комплексу України.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: постановка завдання дослідження; актуальність, мета, об'єкт, предмет, методи дослідження; порівняння існуючих методів побудови когнітивних моделей, опис модифікованого підходу до побудови когнітивних моделей, морфологічний аналіз – отримання початкової множини концептів, загальна характеристика металургійної галузі України, 1-ий етап морфологічного аналізу, 2-ий етап морфологічного аналізу, побудова стійкої когнітивної карти, отримані сценарії розвитку металургійної галузі.

7. Орієнтовний перелік публікацій: «Нечітко-множинний підхід в задачах когнітивного моделювання складних систем» - тези конференції SAIT-2018.

8. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Формулювання тематики	16 березня 2018 р.	виконано
2.	Огляд літератури за тематикою	25 березня 2018 р.	виконано
3.	Розробка модифікованого підходу до побудови когнітивних карт	1 квітня 2018 р.	виконано
4.	Розробка обчислювального алгоритму та програмної реалізації	5 квітня 2018 р.	виконано
5.	Побудова сценаріїв в межах прикладної області	10 квітня 2018 р.	виконано
6.	Оформлення пояснювальної записки	12 квітня 2018 р.	виконано
7.	Попередній захист	17 квітня 2018 р.	виконано
8.	Представлення остаточного варіанту роботи	9 травня 2018 р.	виконано

Студент

Ю.В. Маняк

Науковий керівник дисертації

Н.Д. Панкратова

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 146 с., 25 рис., 46 табл., 2 додатки, 35 джерел.

Актуальність теми – використання конвенціональних методів і підходів для аналізу процесів в багатьох прикладних задачах суттєво ускладнюється або унеможлиблюється у випадку розгляду слабкоструктурованих принципово неформалізовуваних систем. Для моделювання та побудови сценаріїв такого класу складних систем застосовується методологія когнітивного моделювання, що спирається на пізнання, мислення, розуміння, сприйняття та інші аспекти когнітивної діяльності людини. Тому доцільною є розробка модифікацій нечітких когнітивних карт із застосуванням апарату нечітких множин.

Мета дослідження – розробка та обґрунтування методів і алгоритмів побудови складних систем на основі нечітких когнітивних карт, їх застосування для побудови сценаріїв розвитку складної системи.

Об'єкт дослідження – процеси функціонування складних систем.

Предметом дослідження є методи системного аналізу, моделі, підходи, прийоми когнітивного аналізу.

Методи дослідження – методи теорії систем, математичного моделювання, системного аналізу, теорії нечітких множин, теорії когнітивного і імітаційного моделювання, теорії графів, лінійного програмування.

Результатом дослідження є запропонована модифікація побудови нечітких когнітивних карт із застосуванням апарату нечітких множин, обчислювальний алгоритм, програмна реалізація та приклад їх застосування для пошуку сценаріїв побудови складних систем.

КОГНІТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, СКЛАДНІ СИСТЕМИ, КОГНІТИВНІ КАРТИ, НЕЧІТКІ МЕТОДИ, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ.

ABSTRACT

Master's thesis: 146 p., 25 f., 46 tables, 2 appendices, 35 sources.

Subject relevance – the usage of conventional methods and approaches is considerably complicated or even impossible regarding processes analysis in many applied tasks if weakly structured fundamentally unformalizable systems are considered. Cognitive analysis methodology is employed for modeling and building scenarios of this type of complex systems. It relies on knowledge, cognition, understanding, perception and other aspects of the human cognitive activity. Therefore, development of fuzzy-based cognitive maps modifications is relevant.

The purpose of research is to develop and validate methods and algorithms of complex systems creation based on fuzzy cognitive maps and apply them to the creation of complex systems scenarios.

Object of research – processes of complex systems functioning.

Subject of research – systems analysis methods, models, and approaches of cognitive analysis.

Research methods are based on systems methods, mathematical modeling, systems analysis, fuzzy sets methods, cognitive and imitational modeling methods, graph theory, linear programming.

COGNITIVE MODELING, COMPLEX SYSTEMS, COGNITIVE MAPS, FUZZY METHODS, SYSTEMS ANALYSIS.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМИ ПОБУДОВИ СКЛАДНИХ СИСТЕМ	10
1.1 Загальні підходи до побудови складних систем.....	10
1.2 Когнітивні аспекти прийняття рішень в складних системах	18
1.3 Необхідність підтримки прийняття рішень на основі сценарного аналізу.....	20
Висновки до розділу.....	24
Розділ 2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КОГНІТИВНОГО АНАЛІЗУ	26
2.1 Математичні основи когнітивної методології	26
2.2 Огляд існуючих методів когнітивного аналізу.....	30
Висновки до розділу.....	34
РОЗДІЛ 3 ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОЇ МОДИФІКАЦІЇ КОГНІТИВНИХ МОДЕЛЕЙ.....	35
3.1 Обґрунтування необхідності розробки модифікацій нечітких когнітивних моделей.....	35
3.2 Схема побудови початкової структури когнітивної карти.....	36
3.3 Нечітко-множинний підхід до визначення когнітивної карти.....	38
Висновки до розділу.....	41
РОЗДІЛ 4 ПОБУДОВА СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ.....	42
4.1 Загальна характеристика стану металургії України.....	42
4.2 Визначення вихідних даних	44
4.3 Перший етап морфологічного аналізу.....	53
4.4 Другий етап морфологічного аналізу	58
4.5 Побудова когнітивної карти	64
Висновки до розділу.....	78
РОЗДІЛ 5 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	79
5.1 Опис ідеї проекту.....	79
5.2 Технологічний аудит ідеї проекту	82
5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	83
5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту	93
5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	99
Висновки до розділу.....	104
ВИСНОВКИ.....	105
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	106
ДОДАТОК А ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДОПОВІДІ	110

ДОДАТОК Б ПРОГРАМНИЙ КОД.....	134
-------------------------------	-----

ВСТУП

Для процесу побудови складних систем характерний ряд проблем, пов'язаних в першу чергу з складністю формалізації більшості його етапів, унікальністю завдань, що виникають, необхідністю врахування множини чинників і цілей, що мають складну структуру взаємозв'язку, а часто суперечать один одному. Тому найбільш ефективним підходом до розробки рішень є поєднання досвіду, знань, інтуїції особи приймає рішення (ЛПР), експертів, аналітиків, а також сучасних технологій інтелектуальної підтримки прийняття рішень, що дозволяють систематизувати і структурувати наявну інформацію, досліджувати альтернативні варіанти рішень і вибрати з них найбільш вдалі [1].

В цілому процес розробки рішення складається з шести основних етапів: аналіз проблеми, формулювання цілей і завдань, вибір критеріїв та оцінка їх ефективності, формування множини альтернатив, аналіз альтернатив і формування керуючого впливу – на кожному з цих етапів вирішується ряд підзадач, при цьому їх рішення зазвичай носить паралельний і ітераційний характер [2]. Для деяких підзадач, таких як отримання критеріальних оцінок, моделювання переваг ОПР, вибір оптимального рішення і т. ін., існують досить добре опрацьовані на сьогоднішній день підходи до їх реалізації – більшість таких підходів засновані на математичній теорії прийняття рішень. З іншого боку, такі підзадачі, як аналіз чинників, що характеризують модельовану ситуацію, розробка прогнозу її розвитку, синтез і відбір альтернатив і керуючих стратегій, вирішуються в основному на наближеному, якісному рівні, за допомогою інтуїції і нестрогих міркувань. Основна складність, яка виникає при побудові моделей, полягає в тому, що аналітичний опис або статистичне спостереження залежностей між вхідними та вихідними параметрами є досить складними, а часто неможливими, і доводиться вдаватися до суб'єктивних моделей, заснованих

на експертній інформації, оброблюваній із залученням логіки «здорового глузду», інтуїції і евристик.

Науковим напрямком, що лежить в основі дослідження задач, які володіють зазначеними характеристиками, є методологія когнітивного аналізу. Найбільш ефективним інструментом є нечіткі когнітивні карти, добре зарекомендували себе в задачах дослідження структури модельованої системи і отримання прогнозів її поведінки при різних керуючих впливах [4].

Як уже було зазначено, використання конвенціональних методів і підходів для аналізу процесів в багатьох прикладних задачах суттєво ускладнюється або унеможлиблюється у випадку розгляду слабкоструктурованих принципово неформалізовуваних систем. Для моделювання та побудови сценаріїв такого класу складних систем застосовується методологія когнітивного моделювання, що спирається на пізнання, мислення, розуміння, сприйняття та інші аспекти когнітивної діяльності людини.

Найбільш відомий тип нечітких когнітивних карт було запропоновано Коско в роботі [4], що отримали назву нечітких когнітивних карт (Fuzzy Cognitive Maps). Проте використання терміну «нечіткі» вказує тільки на те, що причинні зв'язки можуть набувати не тільки значення 0 або 1, а лежати в діапазоні дійсних чисел, що відображає ступінь впливу одного концепту на інший. Після публікації статті Коско було запропоновано численні модифікації нечітких когнітивних карт Коско. Проте значення концептів в переважній більшості даних моделей є чіткими числами, що обмежує їх можливості моделювання складних систем. Тому доцільною є розробка модифікацій нечітких когнітивних карт із застосуванням апарату нечітких множин.

РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМИ ПОБУДОВИ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

1.1 Загальні підходи до побудови складних систем

В умовах сучасності перед керівниками організацій гостро стоїть завдання вироблення правильних, економічно обґрунтованих рішень. Підтримка прийняття рішень по своїй суті полягає в зборі та аналізі інформації, її обробці і генерації альтернативних рішень, а також представленні вихідних даних в зручному для прийняття остаточного рішення ЛПР [5].

Ступінь відповідальності за прийняті рішення зростає з ростом рівня управління. Традиційно рішення, що приймаються на вищому рівні, проходять перевірку і аналіз в різних експертних радах і аналітичних групах. З цією метою створюються і функціонують постійні і періодично скликаються експертні групи і комісії.

Сучасний підхід до функціонування таких груп або комісій заснований на створенні так званих ситуаційних центрів і ситуаційних кімнат.

Ситуаційні центри займаються збором і аналізом інформації, акумулюють досвід експертів і фахівців, інструменти прогнозування та побудови можливих моделей розвитку і візуального представлення результатів, причому у вигляді, який буде максимально зручний і корисний для керівника. Це інструмент для тих, хто не може і не повинен аналізувати численні зведення і звіти, але зобов'язаний бачити картину ситуації в цілому, вміти оцінити поточну обстановку і прийняти оптимальне рішення [6].

У зв'язку із зростанням вимог до швидкості прийняття оптимальних рішень і збільшенням обсягу оброблюваної інформації методи, а також системи, що здійснюють підтримку прийняття рішень [7, 8], стають необхідним інструментом. Вони призначені, в першу чергу, для того щоб зняти з ЛПР всю рутинну і трудомістку роботу, пов'язану з формулюванням альтернатив. Зараз

перед системами підтримки прийняття рішень ставлять ще і завдання інтелектуальної обробки даних.

У загальному вигляді схема підтримки прийняття рішення включає наступні блоки (етапи) [3]:

а) виявлення проблем:

- 1) виявлення тенденцій поведінки об'єкта і зовнішнього середовища;
- 2) моніторинг об'єкта;
- 3) аналіз поводження об'єкта;
- 4) прогнози оцінки;
- 5) виявлення в зовнішньому середовищі аномальних ситуацій, що не дозволяють приймати рішення відомими методами;
- 6) виявлення виснаження ресурсів, використовуваних для прийняття рішень;
- 7) виявлення зниження ефективності діяльності об'єкта або методів управління;
- 8) виявлення нових засобів управління або інформаційних продуктів;
- 9) виявлення проблеми;
- 10) формування проблеми;
- 11) оцінка новизни проблеми;
- 12) встановлення взаємозв'язку з іншими проблемами;
- 13) оцінка повноти та достовірності інформації з даної проблеми;

б) формулювання завдань:

- 1) визначення можливості розв'язання проблеми;
- 2) концептуальна розробка варіантів вирішення проблеми;
- 3) оцінка варіантів вирішення проблеми;
- 4) декомпозиція виявленої проблеми на окремі завдання;

- 5) постановка завдань на вербальному рівні;
- 6) формулювання умов;
- 7) формулювання цілей;
- 8) логічний аналіз умов, цілей і завдань на вербальному рівні;
- 9) постановка завдань виконавцям;

в) формалізація:

- 1) класифікація сформульованих цілей і завдань;
- 2) вибір системи формалізації;
- 3) формалізація умов і цілей;
- 4) побудова інфологічної моделі;
- 5) формальний логічний аналіз умов;
- 6) лексичний (синтаксичний і семантичний) аналіз умов;
- 7) пошук завдань-аналогів;
- 8) пошук регламентних рішень задач;
- 9) декомпозиція задачі;
- 10) деталізація вхідних і вихідних даних;
- 11) деталізація цілей;
- 12) деталізація умов;
- 13) складання блок-схеми і її формального опису;

г) аналіз ресурсів:

- 1) аналіз методів повного рішення;
- 2) аналіз методів часткового рішення;
- 3) аналіз інформаційних ресурсів для вирішення;
- 4) аналіз інтелектуальних ресурсів для вирішення;
- 5) аналіз організаційних ресурсів для застосування рішення;
- 6) аналіз технологічних ресурсів для ефективного застосування

рішень;

д) збір даних і їх аналіз:

- 1) інформаційний пошук необхідних даних;
- 2) електронізація інформаційних ресурсів;
- 3) організація та ведення бази даних;
- 4) аналіз отриманих даних;
- 5) аналіз існуючих моделей і інформаційних потоків;

е) синтез рішень і формування альтернатив:

- 1) структуризація завдання;
- 2) структуризація рішень;
- 3) виділення лінійної послідовності дій;
- 4) виділення рекурсивних послідовностей;
- 5) виділення циклічних послідовностей;
- 6) виділення паралельних операцій;
- 7) виділення часової послідовності обробки;
- 8) моделювання рішень;
- 9) формальний логічний і структурний аналіз;
- 10) контроль за виконанням рішення;
- 11) отримання прогностичних оцінок;
- 12) формування альтернатив;
- 13) ведення банку даних моделей і рішень;

ж) аналіз альтернатив:

- 1) класифікаційний аналіз альтернатив;
- 2) якісний аналіз альтернатив;
- 3) параметричний аналіз альтернатив;
- 4) некрітеріальний аналіз;
- 5) прогнозування стану об'єкта або зовнішнього середовища.

Сучасні інформаційні методи і технології вимагають застосування формалізованих даних. Тому ефективність методів отримання та підтримки прийняття рішень залежить від ступеня формалізації завдання. Так, при

декомпозиції складного завдання до операційного рівня і повної формалізації умов рішення задачі на цьому рівні ефективно використання методів дослідження операцій [9, 10, 11, 12]. При неможливості декомпозиції і повної формалізації використовують методи статистичної оцінки, теорію нечітких множин [13, 14] та ін.

На практиці при формулюванні завдань на вербальному рівні опис цілей і умов завжди суб'єктивний. Тому виникає завдання узагальнення інформації і виключення суб'єктивних факторів при отриманні рішення.

Однією з основних проблем оцінки і вибору рішень є представлення експерту і керівнику отриманих фахівцями-аналітиками рішень в доступному і зрозумілому вигляді. Як правило, ЛПР не володіє професійними навичками отримання рішень. З цієї причини для формування не одного, а ряду рішень потрібно поряд з рішенням мати певні критерії для його оцінки експертом.

Підтримка прийняття рішень заснована на отриманні набору рішень і допоміжних параметрів для оцінки отриманих рішень. Вибір того чи іншого критерію оцінки оптимальності визначає вибір оптимального рішення. Таким чином, прийняття рішень, по суті, є процедурою вибору. Підтримка прийняття рішень включає процеси формування рішень та методи і технології, що допомагають вибору.

У цій інтерпретації вибір рішень розглядається як вибір альтернатив. Прийняти рішення означає вибрати конкретний варіант дій з деякої множини альтернатив. Для вибору рішення всі наявні варіанти повинні бути оцінені, тобто повинні бути застосовані відповідні методи або отримані деякі параметри, що дозволяють порівнювати альтернативи. Таким чином, підтримка прийняття рішень може бути розглянута як методика формування альтернатив і методика їх порівняльної оцінки.

Формально система підтримки прийняття рішень з точки зору системного аналізу може бути представлена у вигляді кортежу [8]:

(P, S, Z, K, SH, D, M, A, F, G, U, V, W)

де P - математична проблема;

S - визначення системи;

Z - визначення цілей системи;

K - множина критеріїв ефективності системи;

SH - множина шкал вимірювань критеріїв;

D - спосіб дослідження системи;

M - методи моделювання системи;

A - множина альтернатив;

F - відображення множини альтернатив на множину критеріїв;

G - система переваг особи, що приймає рішення (ОПР);

U - вид цільової функції;

V - універсальна множина;

W - вирішальне правило, що відображає систему переваг.

Відповідно до алгоритму прийняття рішень, розглянемо окремо кожен із зазначених в ньому етапів:

- аналіз проблем. Для реалізації першого етапу формулювання і аналізу проблеми необхідно здійснити наступні кроки:

- а) моніторинг зовнішнього середовища і об'єкта управління;
- б) виявлення і формування проблеми, оцінка її новизни;
- в) встановлення взаємозв'язку з іншими проблемами;
- г) оцінка повноти та достовірності інформації з даної проблеми;
- д) ведення бази даних інформаційних ресурсів з проблеми.

Отримана інформація про існуючу проблему аналізується з метою отримання детальних даних про саму систему, виявлення загальної структури

проблематики і можливості використання її для визначення мети і формулюванні завдань.

- Формулювання цілей і завдань. На даному етапі визначаються цілі системи, формулюється глобальна мета, обмеження і виробляється послідовність завдань для досягнення цілей:

- а) визначення можливості розв'язання проблеми;
- б) концептуальна розробка варіантів вирішення проблеми;
- в) оцінка варіантів вирішення проблеми;
- г) декомпозиція виявленої проблеми на окремі завдання;
- д) постановка завдань на вербальному рівні;
- е) формулювання умов і цілей;
- ж) логічний аналіз умов, цілей і завдань на вербальному рівні;
- и) постановка завдань виконавцям.

З точки зору системного аналізу формування цілей найбільш ефективно провести за допомогою теорії нечітких множин та експертних методів.

- Вибір критеріїв і оцінка їх ефективності. При формуванні системи критеріїв реалізується послідовність дій: визначення системи критеріїв досягнення мети, декомпозиція критеріїв по підцілей, оцінка ефективності критеріїв. Процес формування системи критеріїв ефективності є творчим, погано формалізованих і в значній мірі суб'єктивним, що вимагає в кожному випадку індивідуального підходу, він залежить від невизначеності вихідної інформації, тому необхідно використання різних методів для визначення множини критеріїв.

- Формування множини альтернатив. У задачах прийняття рішень альтернативи є конкретними системами (продукти, технічні комплекси і т.д.). Процес формування множини альтернатив, заснований на евристичних перевагах особи, яка приймає рішення, можна поділити на три послідовні етапи: генерування множини альтернатив, структурування альтернатив, визначення підмножини згенерованих альтернатив.

Залежно від ступеня вирішуваних завдань генерацію рішень найбільш ефективно проводити за допомогою експертних методів і теорії-нечітких множин.

- Аналіз альтернатив. Найбільш важливим етапом є аналіз варіантів рішень, в ході якого необхідно провести оптимізацію альтернатив і вибір найкращої з множини запропонованих, з використанням методології підтримки прийняття рішень, що включає різноманітні технології і методи, які можна частково або повністю формалізувати.

З точки зору системного аналізу до основних етапів аналізу альтернативних рішень необхідно віднести: аналіз невизначеності рішення, методи оптимізації та визначення вирішальних функцій, оцінку можливих рішень, вибір оптимального рішення.

Як і на попередніх етапах, в умовах повної невизначеності рішення необхідне використання експертних методів.

- Формування керуючого впливу. Цей етап є в ланцюжку етапів підтримки прийняття рішення і фактично є результатом дій СППР на попередніх етапах. На етапі формування керуючого впливу на об'єкт управління ЛПР здійснює ряд дій, спрямованих на реалізацію наданих йому рекомендацій СППР, або внесення коригування в рекомендовані СППР впливу на об'єкт управління з подальшим застосуванням до об'єкта управління. На даному етапі можливе застосування експертних методів і методів оптимізації.

З наведеної вище структури видно, що на кожному етапі, так чи інакше, необхідно впровадження неформальних процедур обробки знань. В якості універсального інструменту для реалізації цих процедур можуть виступати когнітивні технології. В наступному підрозділі буде розглянуто когнітивні аспекти в моделюванні складних систем, технології когнітивного моделювання та застосування когнітивних карт.

1.2 Когнітивні аспекти прийняття рішень в складних системах

У роботах провідних зарубіжних психологів [18, 19, 20] простежується ланцюжок понять, що визначає логіку наших міркувань: відчуття → сприйняття → увагу → пам'ять. Відчуття, як "недиференційовані і не предметні враження" є відбитком зовнішніх подразників і обробляються сенсорними системами людини без участі вищих психічних процесів. На даному етапі обробки інформації визначальними є такі характеристики подразника, як його інтенсивність і новизна. Можливі зв'язки між відчуттями (тимчасові, просторові, семантичні) стають визначальними на наступному етапі обробки інформації — сприйнятті — етапі усвідомлення "чуттєво даного предмета або явища". Сприйняття здійснюється на основі вольових зусиль за допомогою довільної уваги. Механізм довільного уваги можна розглядати як продукт еволюції мозку в умовах необхідності відбору актуальної інформації в загальному потоці відчуттів і обмеженої місткості короточасної пам'яті. Для вивчення описаних процесів і реалізації їх за допомогою інформаційних систем використовують когнітивні технології [20].

Когнітивна модель — це особливий різновид наукових концепцій, яку можна визначити як "метафору, засновану на спостереженнях і висновках, зроблених зі спостережень, і описує, як виявляється, зберігається і використовується інформація". У своїх роботах відомий когнітивний психолог Р. Мейер (рис. 1.1) пропонує наступну модель обробки інформації мозком. [3, 19, 30]

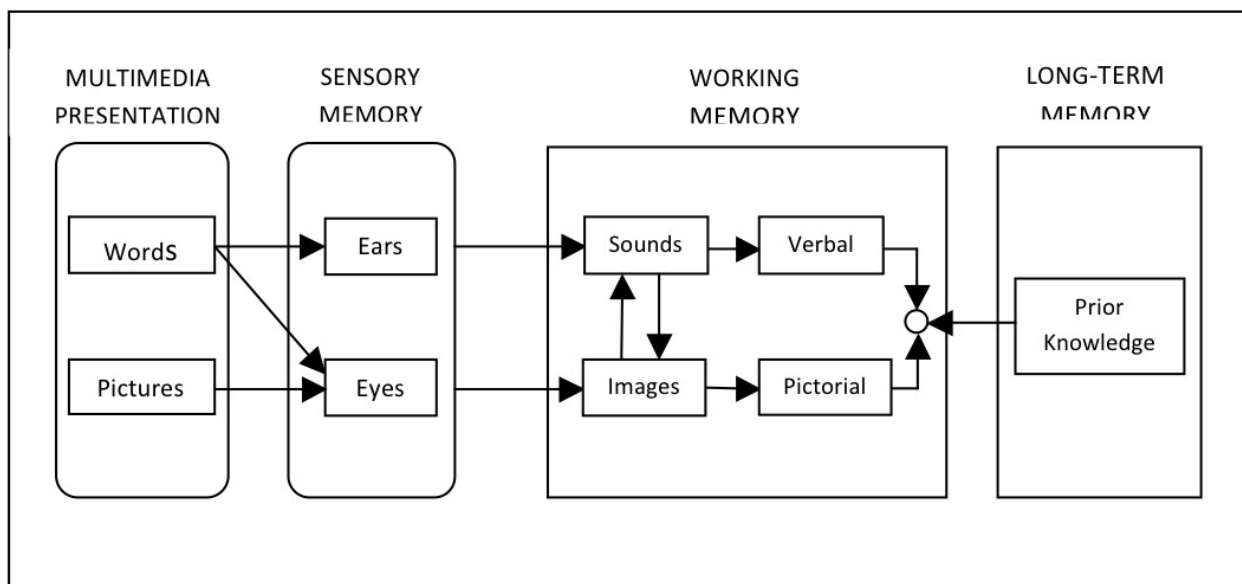


Рисунок. 1.1 - Когнітивна модель Р. Мейер

Модель когнітивної системи Мейєра може розглядатися як логічне продовження ідей Джемса (1890), Аткинсона і Шифріна, Во і Нормана (1965), Пейвайо (1986)

Дана модель побудована на трьох основних припущеннях [3]:

- існування двох в загальному незалежних каналів обробки інформації (вербального і невербального);
- обмежений обсяг кожного з каналів в короткочасній пам'яті;
- обробка інформації вимагає активної діяльності мозку з відбору, організації та інтеграції інформації в базу знань.

Наявний позитивний досвід застосування моделей і методів, розроблених на основі когнітивного підходу [12, 19, 21], свідчить про доцільність використання останнього при вирішенні завдань прийняття рішень в слабоструктурованих соціально-економічних системах [2].

Когнітивні моделі є компактними і досить простими для розуміння метафорами ментальних процесів [25]. Їх грамотне застосування дозволяє

керівнику більш усвідомлено підходити до проблем відбору, структурування та організації інформаційних систем.

1.3 Необхідність підтримки прийняття рішень на основі сценарного аналізу

Інтелектуалізація процесів прийняття рішень в рамках сучасних інформаційних систем сприяє підвищенню ефективності прийнятих рішень, допомагає керівникам приймати правильні, своєчасні та ефективні рішення. Це дуже важливо в умовах жорсткої конкурентної боротьби на ринку, коли стан сучасних систем управління практично в будь-якій галузі характеризується безперервним ускладненням, високими темпами розвитку, зниженням передбачуваності і при цьому потрібне забезпечення ефективного та сталого прийняття рішень.

У найзагальнішому випадку інтелектуалізація процесів прийняття рішень передбачає наділення існуючих інформаційних систем управління наступними додатковими здібностями [20]:

- а) планування ланцюжка подій від поточного стану до бажаного результату при заданій загальносистемній меті функціонування;
- б) побудова сценаріїв розвитку складної системи з плином часу;
- в) пошук управлінських рішень в умовах неповної і нечіткої інформації, використовуючи при цьому задані «евристики» і досвід експертів предметної області;
- г) оцінка ефективності отриманих рішень із зазначенням конкретних умов досягнення даного ефекту;
- д) зміна стратегії функціонування системи зі зміною характеру вирішуваних завдань;

е) числення висловлювань і числення предикатів першого порядку з висновком з актуального списку міркувань, фактів, посилок, аксіом;

ж) встановлення подібності окремих станів об'єкта управління і генерування припущень про можливі траєкторії розвитку об'єкта управління;

и) верифікація і фальсифікація отриманих результатів.

Під інтелектуальною інформаційною системою розуміється людино-машинна система, що реалізує ефективну інтелектуальну взаємодію фахівця предметної області з автоматизованою інформаційно-обчислювальною системою.

При цьому, «інтелектуальні» інформаційні системи не «приймають рішення». Інтелектуальні інформаційні системи пропонують управлінські рішення на основі наявних знань в базі знань і фактів в базі даних. У процесі взаємодії з системою керівник може або повністю прийняти або відкинути запропоноване системою рішення, або на свій розсуд скорегувати дане рішення, тобто відповідальність за прийняття рішення завжди несе ЛПР.

Характерними особливостями об'єктів управління інтелектуальних інформаційних систем є те, що не всі цілі вибору керуючих рішень і умов, що впливають на цей вибір, можуть бути виражені у вигляді кількісних співвідношень і при цьому відсутній або є неприйнятно складним формалізований опис об'єкта управління. Крім того, значна частина інформації існує в формі уявлень і побажань фахівців — експертів, які мають досвід роботи з даним об'єктом.

До складу такої системи повинно входити так зване «сховище даних», в якому для подальшого аналізу будуть накопичуватися агреговані показники, що характеризують роботу системи. Крім того, в «сховище даних» необхідно акумулювати зовнішні елементи інформації про систему. Зібрана в «сховище даних» інформація дозволяє аналізувати поточний стан, а також прогнозувати поведінку різних показників і автоматично відслідковувати критичні події; прогнозувати на підставі виявлених взаємозв'язків поведінку одних показників в залежності від значень інших і т.д.

В результаті проведення такої аналітичної роботи над «сховищем даних» керівник або експерт може або прийняти певне управлінське рішення, або передбачити виникнення критичних ситуацій в майбутньому і вжити заходів щодо їх усунення. Але в залежності від характеру ситуації, що виникла може бути і так, що необхідність прийняття будь-якого рішення відсутня, тобто по завершенню аналізу не обов'язково приймати будь-яке управлінське рішення.

Таким чином, в результаті аналізу «сховища даних» можуть бути виявлені ситуації трьох типів:

а) перший тип ситуацій, коли існує об'єктивна необхідність прийняття відповідного конкретного рішення з урахуванням актуального стану об'єкта;

б) другий тип ситуацій, коли прогнозується необхідність прийняття деякого рішення сьогодні, щоб попередити виникнення ситуації першого типу в майбутньому;

в) третій тип ситуацій, коли необхідність прийняття будь-якого рішення відсутня, і ЛПР просто приймає до відома результати аналізу.

Якщо перші два типи ситуацій піддаються певній формалізації з метою автоматичного виявлення таких ситуацій і вироблення деякого набору оптимальних управлінських рішень, то третій тип ситуацій важко формалізувати, оскільки керівник при цьому не зобов'язаний приймати будь-яке рішення і невідомо, як він буде використовувати в подальшому результати даної аналітичної роботи.

Даний підхід до інтелектуалізації процесів прийняття управлінських рішень дозволить внести суттєві зміни і в технологію розробки інтелектуальних систем управління.

Спеціаліст предметної області формує бази знань і приймає остаточне рішення, а всю іншу складну обчислювальну роботу виконає система, при цьому вона врахує досвід.

Основні переваги до інтелектуалізації процесів прийняття управлінських рішень:

а) розробка одного інструментального засобу для вирішення багатьох нестандартних завдань з різних галузей управління;

б) в процесі експлуатації інформаційних систем управління відбувається і самонавчання системи з поповненням бази знань;

в) особливо суттєвий ефект можна очікувати при вирішенні таких завдань, для яких відсутній точний алгоритм розрахунку значень керуючих впливів;

г) гнучкість при вирішенні задач шляхом комбінування готових і апробованих управлінських рішень.

Перспективними напрямками розвитку інтелектуальних інформаційних систем управління на найближче майбутнє є розробки, пов'язані з поданням, придбанням, поповненням, маніпулюванням, узагальненням знань, а також пошуком шляхів класифікації, формалізації знань і схем людських міркувань

[13]. При цьому особливу увагу слід звернути на процеси отримання знань з різних джерел, використання знань при вирішенні різноманітних завдань, створення процедур ефективного пошуку, оптимального вибору, достовірної оцінки. Крім того, необхідно розробити методологію моделювання людських здібностей до асоціацій і інтуїції, а також критеріїв прийнятності для людини гіпотез, висунутих інтелектуальної інформаційною системою управління.

Дуже важливим аспектом інтелектуалізації процесів прийняття рішень є надання можливості спілкування мовою, близькою до природної мови, створення діалогових процедур, систем питання-відповіді, систем аналізу і синтезу мови, організацію спілкування по зоровому каналу, аналіз і синтез зображень, формалізацію зорових представлень.

Отже, при розробці інтелектуальних інформаційних систем управління еталоном служить людський інтелект, який володіє вражаючою здатністю приймати правильні рішення в обстановці неповної і нечіткої інформації.

Висновки до розділу

Отже, формалізація неформальних процедур і їх впровадження в діючу методологію прийняття рішень надасть можливість вдосконалити існуючий механізм прийняття рішень керівником. Залучення експертних думок і можливість оцінки якісних показників вплине на швидкість функціонування таких систем. Універсалізація підходу на основі когнітивних технологій наблизить спілкування експерта з комп'ютером ближче до людської логіки обробки і аналізу даних.

На підставі отриманих результатів можна зробити наступні висновки:

а) Автоматизація підтримки прийняття рішень з системами когнітивного інструментарію є актуальним завданням.

б) При розробці моделей підтримки прийняття рішень часто доводиться стикатися з завданнями, які відносяться до класу слабоструктурованих.

в) Одним з найбільш ефективних підходів до дослідження слабоструктурованих систем є когнітивне моделювання, в основі якого лежить математичний апарат когнітивних карт.

г) Актуальним напрямом розвитку сучасних СППР є інтелектуальна підтримка всіх етапів процесу розробки рішень. Тому до складу СППР доцільно включати підсистеми когнітивного моделювання для автоматизації вирішення слабоструктурованих задач, що виникають на ряді етапів.

РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ КОГНІТИВНОГО АНАЛІЗУ

2.1 Математичні основи когнітивної методології

В когнітивній методології використовується наступна метамодель [5]:

$$M = \{M_0(Y, U, P), M_E(X), M_{OE}, M_D(Q), M_{MO}, M_{ME}, M_U, M_H, A\} \quad (2.1)$$

де $M_0(Y, U, P)$ – ідентифікує модель системи (модель об'єкта), в якій вектор Y – ендогенні змінні $y \in Y \subseteq E_m$, що характеризує фазовий стан об'єкта;

U – вектор керованих змінних $u \in U \subseteq E_r$;

P – вектор виділених ресурсів $p \in P \subseteq E_s$;

$M_0(Y, U, P) = \{M\Phi, Stat\}$, $Stat$ – статистичні моделі;

$M\Phi$ – модифікований параметричний векторний граф;

M_E – модель навколишнього середовища;

X – екзогенні величини;

$M_{OE} = (M_S\chi \ M_{YS})$ – модель взаємодії об'єкта і середовища;

$M_S\chi$ - моделі зв'язку з середовищем на вході;

M_{YS} - моделі систем зі зв'язками з середовищем на виході;

$M_D(Q)$ – модель поведінки системи;

Q – впливи;

M_{MO} и M_{ME} – моделі вимірювання стану системи і навколишнього середовища;

M_U – модель керуючої системи (не включається в метанабір, якщо вирішуються тільки завдання дослідження об'єкта);

A – правила об'єднань моделей і вибору процесів зміни об'єкта;

M_n – модель «спостерігача» (інженера-когнітолога, експерта, дослідника).

Введення в метанабір M «спостерігача», «експерта» дозволяє будувати методологію дослідження і прийняття рішень з урахуванням розвитку процесу пізнання об'єкта в свідомості дослідника.

Моделі M_0 , M_E , M_{OE} – це в сукупності когнітивна модель об'єкта. $M_D(Q)$ – модель поведінки системи у вигляді імпульсних процесів; моделі взаємодій між вершинами (концептами) когнітивних моделей можуть бути представлені системами рівнянь, а також на мові теорії ймовірностей і нечітких множин. M_{MO} и M_{ME} – це набори правил, процедур, вимірювальних засобів. Розробка таких моделей входить в процес когнітивної структуризації знань експерта. Модель спостерігача проявляється в процесі пізнання об'єкта і всі свої рішення; в кінцевому підсумку моделлю його сприйняття, пізнання і розуміння об'єкта є когнітивна модель складної системи, яка є закономірним результатом процедур когнітивного аналізу, відображених на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Процедури когнітивного аналізу

Розробка метамоделі (2.1) фіксує цілі, завдання дослідження та прийняття рішень, дозволяючи бачити всю картину в цілому, не втрачаючи деталі. Залежно від мети будуються конкретні моделі, що становлять метамодель.

Зауважимо, що в процесі дослідження і послідовного прийняття рішень експертом об'єкти метамоделі можуть видозмінюватися. Так, початкова модель системи у вигляді когнітивної карти (2.2) може послідовно перетворюватися в більш складну математично (і за змістом) когнітивну модель типу параметричного векторного функціонального графа (2.3).

$$G = \langle V, E \rangle \quad (2.2)$$

де: $G = \langle V, E \rangle$ - когнітивна карта – знаковий орієнтований граф, в якому V – множина вершин (концептів), вершини $V_i \in V, i = 1, 2, \dots, k$ є елементами системи, що вивчається; E – множина дуг, дуги $e_{ij} \in E, i, j = 1, 2, \dots, n$ відображають взаємозв'язок між вершинами V_i і V_j ; вплив V_i на V_j у досліджуваній ситуації може бути позитивним («+»), коли збільшення (зменшення) одного фактора приводить до збільшення (зменшення) іншого, негативним («-»), коли збільшення (зменшення) одного фактора приводить до зменшення (збільшення) іншого, або відсутні (0) в ситуації, що розглядається.

$$\Phi_{\Pi} = \langle G, X, F, \theta \rangle \quad (2.3)$$

Параметричний векторний функціональний граф Φ_{Π} - це кортеж, в якому G – когнітивна карта; $X: V \rightarrow \theta$, X – множина параметрів вершин, $X = \{X^{(V_i)} | X^{(V_i)} \in X, i = 1, 2, \dots, k\}$, $X = \{X^{(V_i)} |$, θ - простір параметрів вершин; – функціонал перетворення дуг, як декартовий добуток $F: E \times X \times \theta \rightarrow R$;

$F(X, E) = f(x_i, x_j, e_{ij})$; F – перетворення може мати вигляд функції f_{ij} , а також вагового коефіцієнта w_{ij} , визначеного експертно або за статистичними даними. Визначення параметрів характеристики f_{ij} включає: визначення шкали, показників, методу, точності, одиниці виміру.

Параметричний векторний функціональний граф може містити «імовірнісні» блоки, отримані в результаті статистичного дослідження складної системи. Умовна матриця такої системи може мати вигляд R_G :

$$R_G = \begin{matrix} & \begin{matrix} V_1 & V_2 & \dots & & V_j & \dots & V_k \end{matrix} \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ \dots \\ V_i \\ \dots \\ V_{k-1} \\ V_k \end{matrix} & \left[\begin{array}{ccccccc} 0 & +1 & \dots & -1 & w_{1j} & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & +1 & 0 & \dots & w_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{i1} & f_{i2} & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & f_{k-1,2} & \dots & 0 & -1 & \dots & 0 \\ f_{k,1} & +1 & \dots & f_{k,j-1} & f_{k,j} & \dots & f_{kk} \end{array} \right] \end{matrix}$$

Як буде показано в наступному розділі, когнітивні моделі крім чітких графів (2.2), (2.3) можуть бути подані мовою нечітких графів. Також в когнітивному моделюванні складних систем розробляються ієрархічні когнітивні моделі і системи взаємодіючих ієрархічних когнітивних моделей [4]. Теорія когнітивного моделювання складних систем призначена також для проектування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень в різних предметних областях. Синтез методологій когнітивного моделювання складних систем, системної динаміки і наукового передбачення здійснюється на етапах: розробки когнітивних моделей, розробки сценаріїв можливого розвитку ситуацій в системі, розробки бажаних стратегій розвитку складної системи (бажаного майбутнього).

2.2 Огляд існуючих методів когнітивного аналізу

На сьогодні розроблено декілька різновидів когнітивних карт. Кожен з різновидів відрізняється процедурою початкового визначення структури та підходами до їх аналізу [13, 66]. Серед них:

- а) Традиційні когнітивні карти;
- б) Нечіткі когнітивні карти Коско;
- в) Модифіковані нечіткі когнітивні карти Коско;
- г) Нечіткі когнітивні карти Силова.

Знакові когнітивні карти визначаються як орієнтований зважений граф. Їх призначення - представити модельовану систему, як сукупність концептів, кожному з яких відповідає модельована змінна. Змінні пов'язані відношеннями, що визначаються ребрами графа [6, 5, 9]. Дані зв'язки можуть бути як додатніми, так і від'ємними, і описують вплив між концептами [8]. Цей різновид карт є найбільш спрощеною версією і як наслідок застосовується не так широко, як описані нижче.

Знакові когнітивні карти представлені концептами, що мають якісну природу, і відповідають зростанню, спаданню або сталості числової характеристики, що характеризує даний параметр системи. Тому оцінка кількісної зміни при їх застосуванні суттєво утруднена.

При аналізі стійкості знакових когнітивних карт використовується традиційний підхід аналізу лінійних систем. Даний підхід побудований на співставленні кількох контурів з вершинами у концептах карти. Проте такий аналіз не припускає виявлення характерних взаємних впливів концептів і розмістити їх у порядку спадання ступеню впливу на позитивні і негативні сценарії перебігу ситуацій.

Також даний тип когнітивних карт має обмежений алфавіт, що обмежує його можливості щодо репрезентації взаємозв'язків між вершинами і не дозволяє відслідковувати особливості процесів, що мають кількісну природу.

Слабкі сторони знакових когнітивних карт зумовили розвиток набору їх модифікацій, які значно збагачують їх можливості щодо проведення кількісного аналізу складних систем.

В монографії [10] Коско ввів модифікований тип когнітивних карт, який в літературі називають нечіткими когнітивними картами (Fuzzy Cognitive Maps). Концепти даної карти відповідають значенням з числового відрізка $[0, 1]$. Проте означення «нечіткі» вказує виключно на факт того, що зв'язки взаємовпливу набувають значень з числового відрізка, а не лише дискретні значення. Таким чином когнітивні карти Коско дозволяють вказати «інтенсивність» впливу між концептами.

Після роботи Коско почали публікуватись роботи, в яких пропонують численні покращення нечітких когнітивних карт Коско в задачах моделювання слабоструктурованих систем.

У статтях [14, 17] концепти когнітивних карт відповідають відрізку дійсної шкали $[-1, 1]$. При цьому власне значення концептів залишаються звичайними дійсними числами, що суттєво знижує потенціал даних моделей.

Для використання апарату нечітких множин в повній мірі було розроблено нечіткі продукційні когнітивні карти. В даному виді карт впливи концептів характеризуються нечіткими продукційними правилами (Rules Based Fuzzy Cognitive Maps) [9]. Концепти таких карт представлені нечіткими множинами [14], визначеними за допомогою функцій належності. Причинно-наслідкові відношення концептів характеризуються як нечітке продукційне правило [9] відносно приростів нечітких значень концептів. Загальний вигляд такого правила:

Якщо «приріст концепту А незначний», то «приріст концепту Б набуває середнього значення». Трансформація впливів між концептами відбувається шляхом застосування нечіткого логічного висновку.

З метою агрегування впливів у результуючому концепті використовують спеціальний оператор «нечіткого агрегування з каррінгом» (Fuzzy Set Accumulation). Його застосовують для агрегування кількох зв'язків між вхідним концептом, заданим за допомогою нечітких множин (тобто її функцій належності) та вихідним концептом.

В статті [12] представлено узагальнені нечіткі продукційні когнітивні карти (Generalized Rule-Based Fuzzy Cognitive Maps). Їх побудова здійснюється шляхом узагальнення традиційних нечітких продукційних когнітивних карт з введенням додаткових властивостей.

Для отримання ще більшої гнучкості при побудові моделей слабоструктурованих систем, в яких наявний нечіткий фактор, в роботах [6, 7] введено термін «нечітких реляційних когнітивних карт» та розроблено узагальнену форму методів нечіткого когнітивного аналізу з врахуванням реляційного представлення нечітких зв'язків впливу між вершинами. Даний підхід використовує представлення нечітких реляційних когнітивних карт у якості узагальнення відомих типів чітких когнітивних карт на основі нечіткої логіки. Цікаво зазначити, що після порівняння результатів моделей на реальних задачах можна відзначити, що протягом декількох кроків моделювання чітка і нечітка моделі показують схожі результати. Варто зазначити, що за використання нечітких реляційних когнітивних карт необхідно розглядати проблему ймовірного виходу нечітких значень концептів за межі діапазону базової множини. В якості узагальнення вищесказаного подамо основні види когнітивних карт в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Порівняння методів нечітких когнітивних карт

Найменування методу	Метод побудови	Якісне представлення концептів	Кількісне представлення концептів	Метод аналізу
Знакові когнітивні карти	Орієнтований граф	+	-	Методологія аналізу лінійних систем
Нечіткі когнітивні карти Коско	Функціональний граф	+	-	Матричні перетворення
Модифіковані нечіткі когнітивні карти Коско	Функціональний граф	-	-	Матричні перетворення
Нечіткі реляційні когнітивні карти	Функціональний граф	+	-	Матричні перетворення

Отже, в результаті огляду літератури, можна зробити висновок про те, що для розробки вдосконалених алгоритмів і методів інтелектуальної підтримки прийняття рішень найбільш доцільно використовувати нечіткі когнітивні карти Силова.

Висновки до розділу

Виходячи з вищевикладеного, аналіз методів побудови когнітивних карт дозволив зробити наступні висновки:

- а) Найбільш придатними до застосування на сьогодні є нечіткі когнітивні карти Силова, які поєднують в собі теорії нечіткої алгебри Заде і теорії графів.
- б) Виділено недоліки нечітких когнітивних карт Силова і необхідність доопрацювання цих карт.
- в) Сформульовано етапи прийняття рішень з використанням нечітких когнітивних карт, засновані на використанні алгоритму нечіткого когнітивного аналізу в кожному з блоків прийняття рішень.
- г) Сформульовано алгоритм аналізу та побудови сценаріїв складноструктурованих систем на основі нечітких когнітивних карт Силова, що дозволяє використовувати єдиний підхід при реалізації етапів прийняття рішень і ухвалення рішення.

РОЗДІЛ 3 ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОЇ МОДИФІКАЦІЇ КОГНІТИВНИХ МОДЕЛЕЙ

3.1 Обґрунтування необхідності розробки модифікацій нечітких когнітивних моделей

Як уже було зазначено в попередньому розділі, використання традиційних математичних методів і підходів для аналізу процесів в багатьох прикладних задачах суттєво ускладнюється або унеможлиблюється у випадку розгляду слабкоструктурованих принципово неформалізовуваних систем. Для моделювання та побудови сценаріїв такого класу складних систем застосовується методологія когнітивного моделювання, що спирається на пізнання, мислення, розуміння, сприйняття та інші аспекти когнітивної діяльності людини [1]. Одним із центральних понять когнітивної методології є концепція побудови когнітивної карти, яка описує модель досліджуваної ситуації.

Найбільш відомий тип нечітких когнітивних карт було запропоновано Коско в роботі [2], що отримали назву нечітких когнітивних карт (Fuzzy Cognitive Maps). Проте використання терміну «нечіткі» вказує тільки на те, що причинні зв'язки можуть набувати не тільки значення 0 або 1, а лежати в діапазоні дійсних чисел, що відображає ступінь впливу одного концепту на інший. Після публікації статті Коско було запропоновано численні модифікації нечітких когнітивних карт Коско. Проте значення концептів в переважній більшості даних моделей є чіткими числами, що обмежує їх можливості моделювання складних систем.

В даному дослідженні розробляється модифікація нечітких когнітивних карт із застосуванням апарату нечітких множин та рекомендації щодо їх використання при пошуку сценаріїв побудови складних систем.

3.2 Схеми побудови початкової структури когнітивної карти

Для побудови початкової структури когнітивної карти використовуємо наступну модифікацію методу SWOT-аналізу. Нехай D_i – коефіцієнт впливу внутрішніх сильних та слабких характеристик на реалізацію загроз, H_m – коефіцієнт впливу внутрішніх сильних та слабких характеристик на реалізацію можливостей, F_j – коефіцієнт впливу на загрози та можливості сильних характеристик, G_k – коефіцієнт впливу на загрози та можливості слабких характеристик:

$$\begin{aligned} D_i &= \sum_j K_{S_j T_i} - \sum_k K_{W_k T_i}, \\ H_m &= \sum_j K_{S_j O_m} - \sum_k K_{W_k O_m}, \\ G_k &= \sum_i K_{W_k T_i} + \sum_m K_{W_k O_m}, \\ F_j &= \sum_i K_{S_j T_i} + \sum_m K_{S_j O_m} \end{aligned}$$

Ступені впливу K представимо у вигляді нечітких множин. Об'єднання нечітких множин – сума відповідних показників:

$$\mu_{D_i}(x) = \max\{\max_j\{\mu_{K_{S_j T_i}}(x)\} - \max_k\{\mu_{K_{W_k T_i}}(x)\}; 0\}$$

Застосувши дефазифікацію для отримання числового значення отримано, наприклад, вираз для обчислення D_i :

$$D_i^* = \frac{\sum_t x^t \cdot \mu_{D_i}(x^t)}{\sum_t \mu_{D_i}(x^t)}$$

Результати SWOT-аналізу як одного із методів якісного аналізу використовуються для визначення критичних факторів предметної області і є основою для першого етапу когнітивного моделювання. На основі отриманих значень $D_i^*, H_m^*, G_k^*, F_j^*$ обирається множина концептів, а фазифіковані значення D_i, H_m, G_k, F_j слугують для ініціалізації початкової структури графа зв'язків нечіткої когнітивної карти.

Альтернативним підходом до побудови початкової структури когнітивної карти є використання морфологічного аналізу.

На 1-му етапі морфологічного аналізу розрахуємо ймовірності $p_j^{(i)}$ настання кожної з альтернатив $a_j^{(i)}$. Для цього побудуємо таблицю конфігурації.

Умовні ймовірності настання конфігурацій розраховуються як:

$$P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)}) = \prod_{m=2}^N p_{j_m}^{(m)} \cdot \prod_{m=1}^{N-1} \prod_{l=m+1}^N (c_{mj_m, lj_l} + 1),$$

$$P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)}) = \frac{P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)})}{\sum_{k_2=1}^{n_2} \sum_{k_3=1}^{n_3} \dots \sum_{k_N=1}^{n_N} P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{k_2}^{(2)}, a_{k_3}^{(3)}, \dots, a_{k_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)})}$$

де c_{mj_m, lj_l} – ступінь зв'язку між альтернативами j_m та j_l факторів m та l відповідно.

На 2-му етапі морфологічного аналізу визначимо величину умовної результативності кожної альтернативи. Величина умовної результативності

альтернативи $a_j^{(i)}, i \in \overline{N+1, N+N'}$ при конфігурації морфологічної таблиці першого етапу $\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}$:

$$R\left(a_j^{(i)} \mid \{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}\right) = \frac{p_j'^{(i)} \cdot \prod_{m=1}^N (c_{mj_m, ij} + 1)}{\sum_{k=1}^{n_i} \left(p_k'^{(i)} \cdot \prod_{m=1}^N (c_{mj_m, ik} + 1)\right)}$$

За відсутності додаткової інформації, значення $p_j'^{(i)} = \frac{1}{N'}, i \in \overline{N+1, N+N'}$

Очікувана результативність альтернативи $a_j^{(i)}$:

$$R_j^{(i)} = \sum_{j_1=1}^{n_1} \sum_{j_2=1}^{n_2} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} R\left(a_j^{(i)} \mid \{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}\right) \cdot P\left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}\right)$$

3.3 Нечітко-множинний підхід до визначення когнітивної карти

Запропонуємо модифікований підхід до формального визначення когнітивної карти як нечіткого орієнтованого графа $G = \langle V, E \rangle$ [1]. Тут V – множина вершин. $V_i \in V, i = \overline{1..N}$, що представляють концепти (елементи системи). E – множина дуг $E_{ij} \in E; i, j = \overline{1..N}$, які відповідають зв'язкам між вершинами V_i та V_j .

Матриця відношень A_{ω_G} – це нечітка квадратна матриця, рядки й стовпчики якої помічені вершинами графа G , а на перетині i – го рядка, j – го стовпчика

знаходиться функція належності нечіткої величини, яка представляє уявлення експерта про взаємозв'язок між вершинами, якщо існує відношення між елементами V_i та V_j , тобто:

$$A_{\omega_G} = [\omega_{ij(G)}],$$

$$\omega_{ij} = \omega_{ij}\langle v_i, v_j \rangle(f): [-1; 1] \rightarrow [0, 1],$$

$$i, j = \overrightarrow{1..n}$$

де $\omega_{ij} = \omega_{ij}\langle v_i, v_j \rangle(f) = \omega(v_i, v_j)$ – нечітке число, визначене на $[-1; 1]$.
Якщо між вершинами V_i та V_j немає зв'язку, $\omega_{ij} \equiv 0$.

Формалізація імпульсних процесів для запропонованої моделі передбачає природне узагальнення моделі для класичних когнітивних карт:

$$\vartheta_i(t+1) = S\left(q_i(t+1), \vartheta_i(t), \bigcup_{j=1, j \neq i}^N \{T(\omega_{ji}\langle v_j, v_i \rangle(\cdot), S(\vartheta_j(t), -\vartheta_j(t-1)))\}\right),$$

де S-норма – операція агрегування – додавання в термінах нечіткої арифметики (або операція максимуму), T-норма – операція множення в нечіткій арифметиці, $q(t)$ – зовнішній імпульс, $\vartheta_i(t)$ – значення концепта i .

При побудові графіків імпульсних процесів використовується центроїдний метод дефазифікації:

$$\vartheta_0\langle t \rangle = \frac{\int_{\vartheta^{-1}([0;1])} t \cdot \vartheta(x)\langle t \rangle}{\int_{\vartheta^{-1}([0;1])} \vartheta(x)\langle t \rangle}$$

Для порівняння нечітких чисел застосовуємо критерій на основі коефіцієнта ранжування H [3]:

$$H = H(\mu_1(\cdot), \mu_2(\cdot)) = \int (\mu_1(\cdot) - \mu_2(\cdot)) dx, \quad \begin{cases} H > 0 \Leftrightarrow \mu_1(\cdot) > \mu_2(\cdot) \\ H = 0 \Leftrightarrow \mu_1(\cdot) = \mu_2(\cdot) \\ H < 0 \Leftrightarrow \mu_1(\cdot) < \mu_2(\cdot) \end{cases} \quad (3.1)$$

Зазначимо, що для досягнення структурної стійкості доцільно в першу чергу розглядати концепти, що потенційно є елементом найбільшої кількості циклів з урахуванням циклів, що утворюються після розбиття. Для цього використовуємо схему із застосуванням модифікації алгоритму Гірвана-Ньюмана [3]. При розбитті концептів на некорельовані підконцепти спочатку розглядаємо ребра, що є частиною найбільшої кількості найкоротших шляхів у графі (ступінь опосередкованості). В термінах запропонованої формалізації довжину шляху R обчислюємо як $S_{(i,j) \in R} \{\omega_{ij} \langle v_i, v_j \rangle(\cdot)\}$.

При побудові когнітивної карти використовуємо метод попарних порівнянь для формалізації експертних суджень у вигляді нечітких множин. Оцінки експертів представляються матрицею $M = [m_{ij}]$, $i, j = \overrightarrow{1..n}$. Значення m_{ij} вказує на ступінь переваги $\mu_A(x_i)$ над $\mu_A(x_j)$ і визначається відносно стандартної шкали вербальних суджень [4]. Далі значення в дискретних точках $\mu_A(x_1)$, $\mu_A(x_2)$.. $\mu_A(x_n)$ визначаємо як розв'язок задачі:

$$MF^T = \vartheta_{max} F \quad (3.2)$$

Тут вектор $F = [F_1, F_2, \dots, F_n]$, ϑ_{max} – максимальне власне число матриці M . Обґрунтування коректності:

$$M > 0 \text{ за побудовою} \rightarrow \exists! \vartheta_{max}$$

Отже значення ФН в дискретних точках:

$$\mu_A(x_i) = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}, \text{ де } \sum_{i=1}^n F_i = 1$$

Висновки до розділу

Отже, в розділі запропоновано модифікацію побудови нечітких когнітивних карт із застосуванням апарату нечітких множин. Пропонується обчислювальний алгоритм, програмна реалізація та рекомендації щодо її використання при пошуку сценаріїв побудови складних систем.

РОЗДІЛ 4 ПОБУДОВА СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

4.1 Загальна характеристика стану металургії України

Металургія складає фундамент національної економіки України, оскільки щорічно забезпечує біля 30-40 % валютних надходжень та сприяє розвитку численних регіонів країни [18]. Згідно з динамікою розвитку економіки України за останні роки, існує тенденція до збереження галуззю існуючих позицій в найближчій перспективі. Така ситуація зумовлює необхідність детального аналізу розвитку цієї сфери економіки задля розробки ефективної стратегії діяльності металургійних підприємств.

Дослідженню розвитку даного сектору економіки присвячено вже чимало робіт С. Грищенка, В. Мазура, О.Б. Марека, О.В. Ткаченка, М.О. Тулупова, С.Б. Холода, В. Шапрана та ін [19].

Згідно з даними World Steel Association, Україна в світовому рейтингу в 2011 році займала 8 місце з виробництва сталі та заліза [21]. Однак зараз ситуація є дуже нестабільною. І важко спрогнозувати розвиток даної сфери.

На території України є чимало факторів, які сприяють розвитку металургії:

- вигідне географічне положення підприємств та високий транспортний потенціал;
- вдала локалізація більшості ресурсів, що використовуються у чорній металургії;
- вдала локалізація більшості ресурсів, що використовуються у чорній металургії;
- членство України в СОТ, співпраця з Євросоюзом та інші.

Так само є ряд проблем, які призупиняють розвиток даної сфери економіки, а саме:

- проблеми на державному рівні;
 - відсутність чіткої позиції з боку держави щодо питань основних складових механізму державного управління (амортизаційна, податкова, грошово-кредитна політика тощо);
 - напружене соціальне та економічне становище в районах проведення бойових дій;
 - занепадаюча структура сталеливарного виробництва. Структура виробництва сталі поділилася таким чином: мартенівське виробництво – 44,3% (за кордоном цей показник становив 6 %); електросталь – 3,5 % (32%); конверторний спосіб – 52,2 % (62 %); сталь, розлита безперервним способом, – 28 % (95%);
 - низька інвестиційна привабливість через наявність бойових дій на сході України.
- 6) Висока відходність виробництва. Відходи на 1 т прокату в Україні складають 300 кг, в Росії – 250, в Японії 50 кг та інші.

Як бачимо, ситуація в металургічній сфері України є дуже нестабільною і має як ряд позитивних факторів, так і ряд негативних, тому доцільно почати вибір концептів предметної області з морфологічного аналізу.

4.2 Визначення вихідних даних

Вхідну інформацію подамо у вигляді морфологічної таблиці неконтрольованих факторів, відображеної в табл. 4.1.

Таблиця. 4.1 - МТ неконтрольованих (зовнішніх факторів)

1. Основні покупці остаточної продукції	2. Основний імпортувальни к сировини	3. Статус бойових дій в регіоні	4. Стан внутрішньої сировинної бази	5. Середній вік робочої сили	6. Рівень кваліфікац ії фахівців
1.1 Внутрішні агенти	2.1 Використання власної сировини	3.1 Активні	4.1 Запаси, близькі до виснаження	5.1 до 25	6.1 Низький
1.2 Країни ЄС	2.2 Країни Близького Сходу	3.2 Припинені (контроль території)	4.2 Достатні запаси при низькому рівні розробки родовищ	5.2 25-35	6.2 Середній
1.3 Країни СНД	2.3 Росія	3.3 Заморожені	4.3 Достатні запаси при адекватному рівні розробки родовищ	5.3 35-55	6.3 Адекватни й ринкові рівень

Продовження табл. 4.1

1.4 Країни Далекого Сходу	2.4 Китай, Індія, інші країни Далекого Сходу	3.4 Припинені (втрата контролю)		5.4 більше 55	6.4 Переквалі фікація
1.5 США					

Морфологічну таблицю параметрів стратегії подано в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - МТ параметрів стратегії

7. Інвестиційні заходи	8. Заходи щодо інфраструктури	9. Організаційні заходи
7.1 Зниження податків на інвестиції	8.1 Переобладнання існуючих підприємств	9.1 Зниження корупції на всіх рівнях
7.2 Заходи з подолання корупції в інвестиційній сфері	8.2 Нові проекти будівництва кар'єрів та ГКЗ	9.2 Встановлення нових контактів з іноземними покупцями продукції
7.3 Зовнішня пропаганда інвестиційної привабливості	8.3 Відкриття іноземних філій металургійних конгломератів	9.3 Пропаганда престижності професії металурга
7.4 Збільшення частки бюджету на внутрішні інвестиції	8.4 Реорганізація транспортних розв'язок	9.4 Зниження пенсійного віку для окремих категорій металургійних працівників
7.5 Підтримка існуючих, створення нових інвестиційних фондів для населення	8.5 Розробка родовищ, близьких до переробних підприємств	9.5 Підвищення рівня оплати праці
	8.6 Перехід на обладнання міжнародного рівня якості	9.6 Перегляд доцільності співпраці зі старими постачальниками
		9.7 Еволюційна заміна олігархічної формації в галузі

Визначимо попередні оцінки ймовірності альтернатив параметрів (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 - Попередні оцінки ймовірності альтернатив параметрів

1. Основні покупки остаточної продукції	2. Основний імпортувальник сировини	3. Статус бойових дій в регіоні	4. Стан внутрішньої сировинної бази	5. Середній вік робочої сили	6. Рівень кваліфікації фахівців
0.5	0.4	0.4	0.2	0.1	0.2
0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.2
0.2	0.3	0.4	0.3	0.5	0.5
0.1	0.2	0.1		0.3	0.1
0.1					

Матрицю взаємозв'язків альтернатив параметрів морфологічної таблиці першого етапу подано в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Матриця взаємозв'язків альтернатив параметрів морфологічної таблиці першого етапу

		1. Основні покупки остаточної продукції					2. Основний імпортувальник сировини			
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4
2. Основний імпортувальник	2.1									
	2.2									
	2.3		-0.5	0.9		-0.5				
	2.4				0.4					

Продовження таблиці 4.4

3. Статус бойових дій в регіоні	3.1						-0.4		-0.9	
	3.2			-0.9			0.6		-0.8	
	3.3			-0.5			-0.3		-0.9	
	3.4			0.9			-1		0.8	
4. Стан внутрішньої сировинної бази	4.1						-0.9			
	4.2						-0.5			
	4.3						0.4			

Продовження таблиці 4.4

5. Середній вік робочої сили	5.1						0.3	-0.3	-0.3	-0.3
	5.2						0.2	-0.3	-0.3	-0.3
	5.3							-0.3	-0.3	-0.3
	5.4							-0.1	-0.1	-0.1
6. Рівень кваліфікації фахівців	6.1									
	6.2									
	6.3		0.5			0.5				
	6.4	0.2								

Продовження таблиці 4.4

		3. Статус бойових дій в регіоні				4. Стан внутрішньої сировинної бази			5. Середній вік робочої сили			
		3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	5.4
4. Стан внутрішньої сировинної бази	4.1	0.4			0.9							
	4.2	0.3										
	4.3											
5. Середній вік робочої сили	5.1		0.3									
	5.2		0.1									
	5.3											
	5.4	0.9		0.8								
6. Рівень кваліфікації фахівців	6.1	0.5		0.5					0.8	0.5	-0.3	
	6.2									0.8	0.3	
	6.3	-0.8	0.1						0.5		0.5	
	6.4	0.8		0.7					0.9			

Матрицю зв'язків морфологічних таблиць першого і другого етапів подано в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Матриця зв'язків морфологічних таблиць першого і другого етапів

		7. Інвестиційні заходи					8. Міжнародна співпраця					
		7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6
1. Основні покупки остаточної продукції	1.1								-0.1			0.1
	1.2	0.7	0.7	0.6			0.5	0.4	0.3			0.9
	1.3						0.2	0.3	0.2			0.3
	1.4	0.4		0.3			0.4	0.6	0.4			0.4
	1.5	0.8	0.8	0.7			0.5	0.3	0.2			0.9
2. Основний імпортувальник сировини	2.1				0.8	0.7	0.6	0.8	0.5	0.5	0.8	
	2.2											
	2.3			0.1								-0.5
	2.4											
3. Статус бойових дій в регіоні	3.1						-0.5	-0.5	-0.3	-0.4	-0.5	0.5
	3.2										-0.5	0.3
	3.3						-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	0.5	
	3.4						0.3	0.3	0.4	0.9		
4. Стан внутрішньої сировини	4.1		-0.3				-0.4	-0.4	-0.2			
	4.2		-0.2				-0.3	-0.3	0			
	4.3						0.5	0.5	0.4			
5. Середній вік робочої сили	5.1				0.4		0.8	0.7	0.6			
	5.2											
	5.3											
	5.4											
6. Рівень кваліфікації фахівців	6.1	-0.3			0.3							-0.8
	6.2											-0.5
	6.3	0.5	0.3				0.7	0.8	0.6			0.8
	6.4						-0.5	-0.5	-0.2			-0.2

Продовження таблиці 4.5

	9. Організаційні заходи						
	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7
1. Основні покупки остаточної продукції		-0.3					
		0.8				-0.2	
		0.8					-0.2
		0.8					
		0.8				-0.3	
2. Основний імпортувальник сировини		-0.1					
		0.5				-0.3	
		0.5				0.8	
		0.5				-0.3	
3. Статус бойових дій в регіоні		-0.3				-0.1	
		0.8				-0.5	
		-0.9				0.1	
		-0.9					
4. Стан внутрішньої сировинної бази	-0.6						-0.5
	-0.4						-0.3
	0.5						0.4
5. Середній вік робочої сили			0.99		0.8		
					0.8		
				0.3	0.8		
				-0.8	0.8		
6. Рівень кваліфікації фахівців			-0.7		0.3		
			0.5				
		0.8	0.8	-0.5	0.8		
	-0.3		-0.8		-0.5		

4.3 Перший етап морфологічного аналізу

Розрахуємо ймовірності $p_j^{(i)}$ настання кожної з альтернатив $a_j^{(i)}$. Для цього побудуємо таблицю конфігурації (табл. 4.6).

Умовні ймовірності настання конфігурацій:

$$P' \left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_1}^{(1)} \right) = \prod_{m=2}^N p_{j_m}^{\prime(m)} \cdot \prod_{m=1}^{N-1} \prod_{l=m+1}^N (c_{mj_m, lj_l} + 1),$$

$$P \left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_1}^{(1)} \right) =$$

$$= \frac{P' \left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} \mid a_{j_1}^{(1)} \right)}{\sum_{k_2=1}^{n_2} \sum_{k_3}^{n_3} \dots \sum_{k_N}^{n_N} P' \left(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{k_2}^{(2)}, a_{k_3}^{(3)}, \dots, a_{k_N}^{(N)}\} \mid a_{j_1}^{(1)} \right)}$$

Таблиця 4.6 - Таблиця конфігурацій

F1	F2	F3	F4	F5	F6	c	p'(1)	p'(2)	p'(3)	p'(4)	p'(5)	p'(6)
1	1	1	1	2	1	0,31	0,013	0,048	0,065	0,031	0,036	0,084
1	1	1	1	2	2	0,45	0,0089	0,042	0,055	0,025	0,054	0,015
1	1	1	1	2	3	0,78	0,342	0,022	0,054	0,015	0,0154	0,065
1	1	1	1	2	4	0,13	0,134	0,055	0,032	0,023	0,0254	0,063
1	1	1	1	3	1	0,84	0,043	0,026	0,057	0,015	0,032	0,016
1	1	1	1	3	2	0,25	0,071	0,115	0,043	0,016	0,043	0,053
1	1	1	1	3	3	0,41	0,543	0,015	0,006	0,023	0,021	0,012
1	1	1	1	3	4	0,53	0,054	0,028	0,054	0,063	0,143	0,054

Після розв'язання системи рівнянь, складеної на основі таблиці конфігурацій, отримали результати першого етапу МП, подані в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 - Результати першого етапу МА

1. Основні покупці остаточної продукції		2. Основний імпортувальник сировини		3. Статус бойових дій в регіоні		4. Стан внутрішньої сировинної бази		5. Середній вік робочої сили		6. Рівень кваліфікації фахівців	
1.1 Внутрішні агенти	0,54	2.1 Використання власної сировини	0,43	3.1 Активні	0,46	4.1 Запаси, близькі до виснаження	0,27	5.1 до 25	0,23	6.1 Низький	0,26
1.2 Країни ЄС	0,12	2.2 Країни Близького Сходу	0,07	3.2 Припинені (контроль території)	0,12	4.2 Достатні запаси при низькому рівні розробки родовищ	0,41	5.2 25-35	0,13	6.2 Середній	0,25
1.3 Країни СНД	0,15	2.3 Росія	0,24	3.3 Заморожені	0,32	4.3 Достатні запаси при адекватному рівні розробки родовищ	0,32	5.3 35-55	0,43	6.3 Адекватний ринковий рівень	0,34
1.4 Країни Далекого Сходу	0,03	2.4 Китай, Індія, інші країни Далекого Сходу	0,26	3.4 Припинені (втрата контролю)	0,1			5.4 більше 55	0,21	6.4 Перекваліфікація	0,15
1.5 США	0,16										

Графічне відображення результатів 1-го етапу МА подано на рис. 4.1 - 4.6.

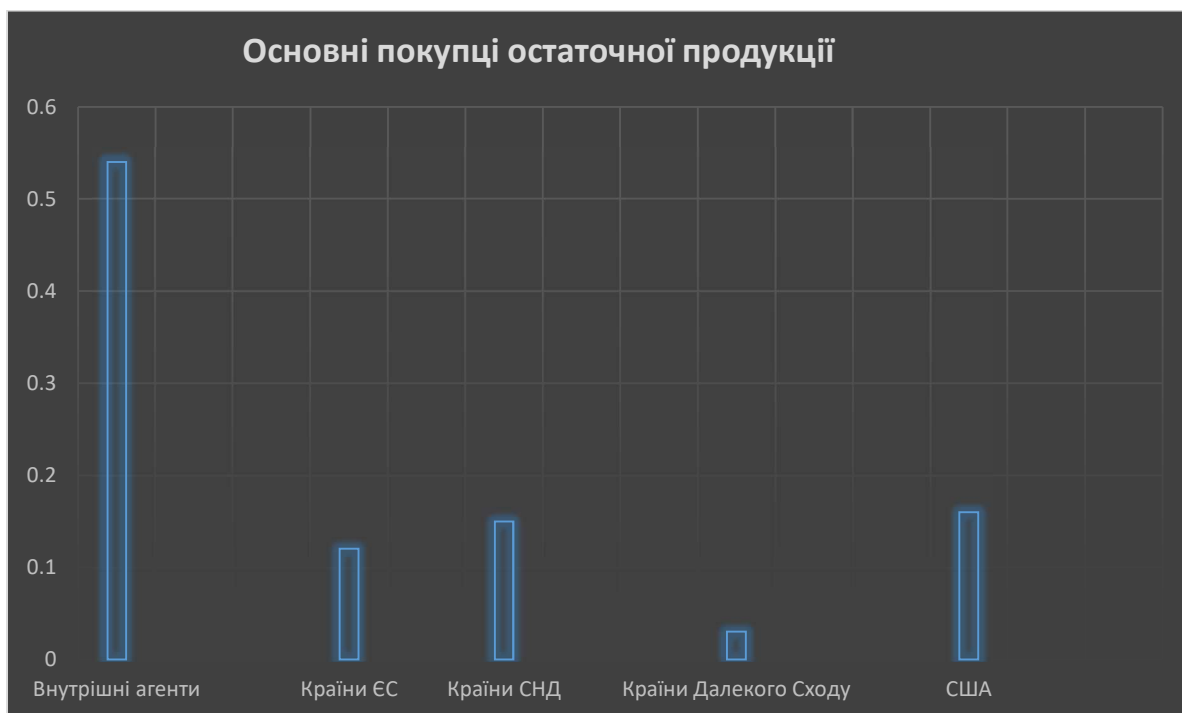


Рисунок 4.1 – Основні покупці остаточної продукції

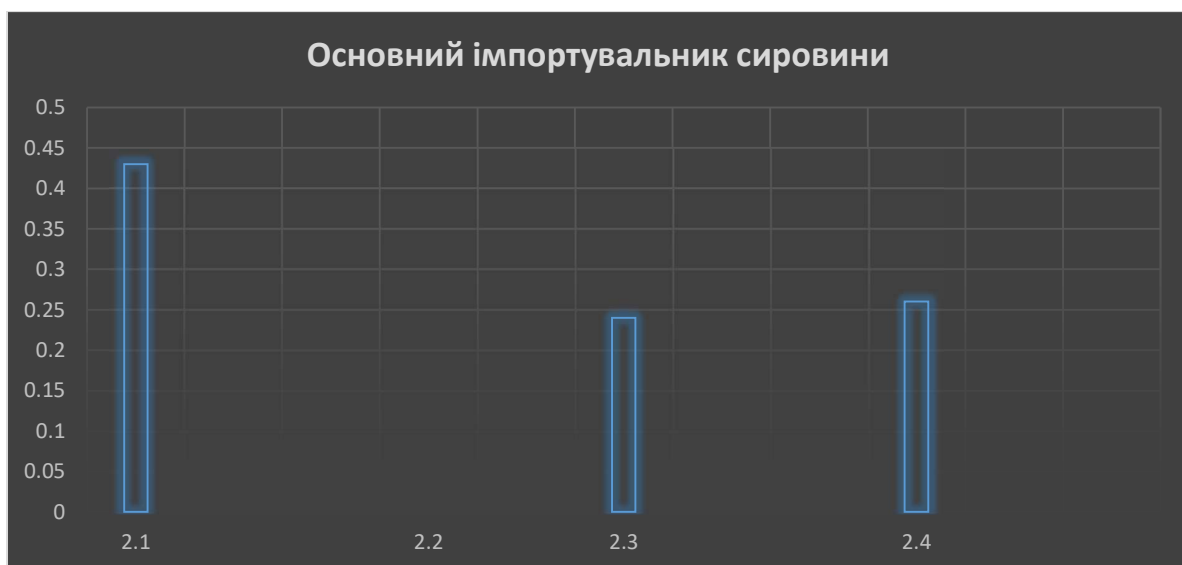


Рисунок 4.2 – Основний імпортувальник сировини



Рисунок 4.3 – Статус бойових дій в регіоні

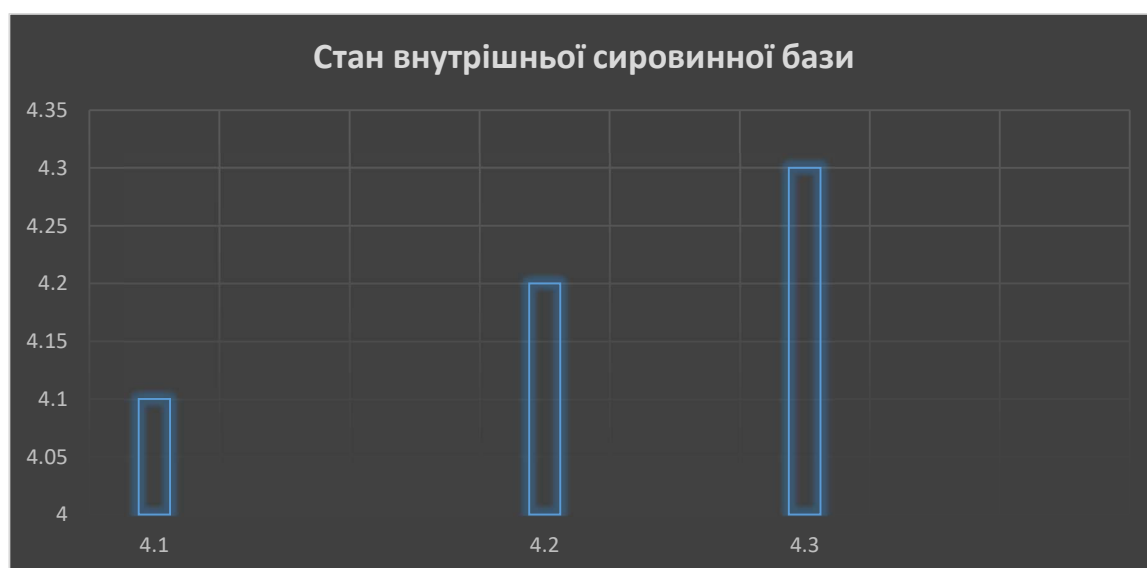


Рисунок 4.4 – Стан внутрішньої сировинної бази

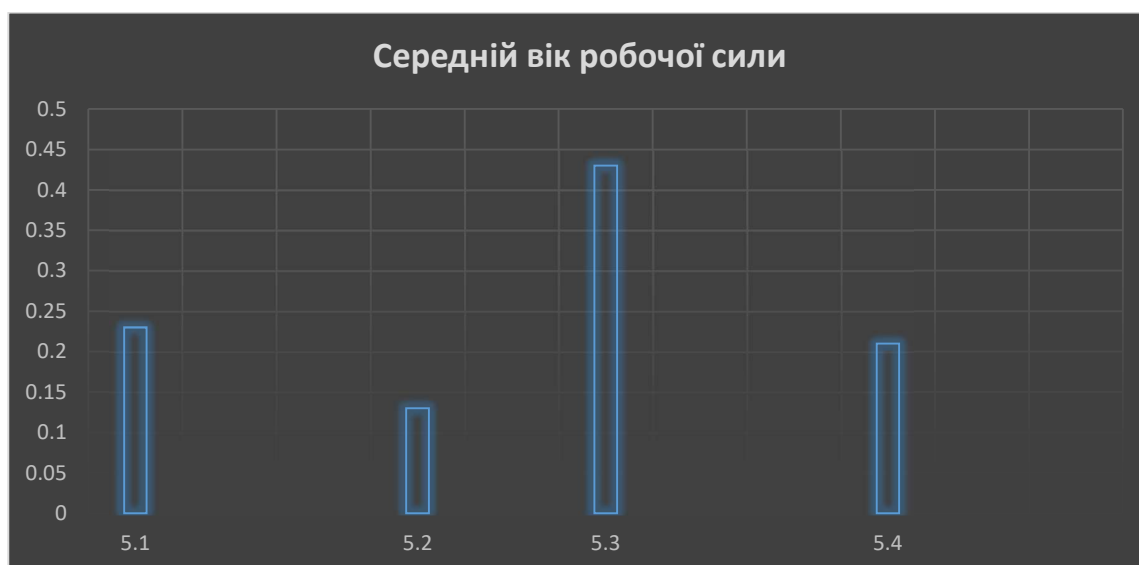


Рисунок 4.5 – Середній вік робочої сили

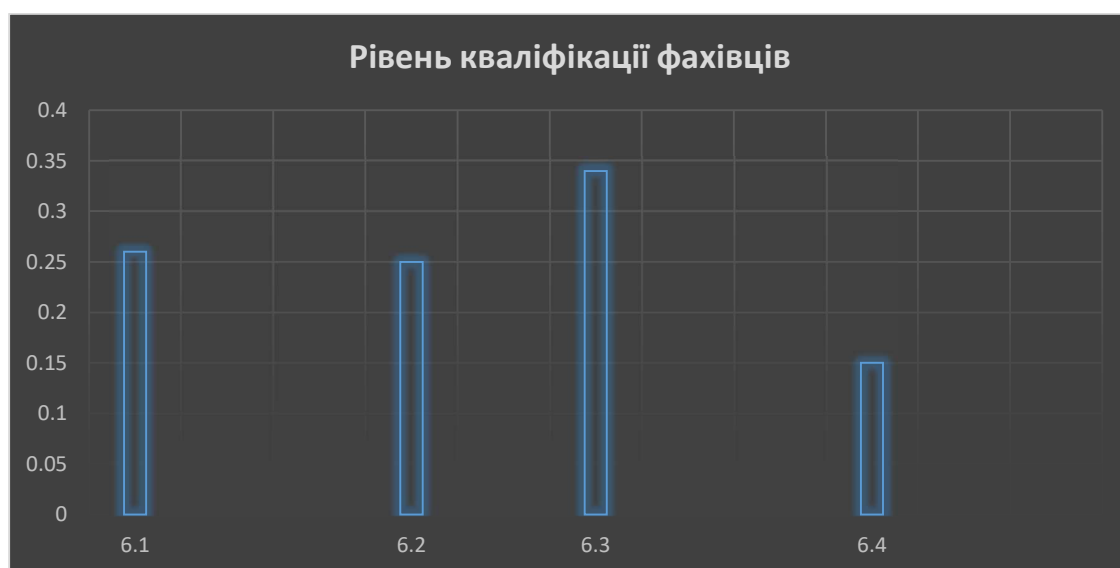


Рисунок 4.6 – Рівень кваліфікації фахівців

В результаті проведення 1-го етапу МА (з використанням експертних оцінок) з'ясовано що найбільш вірогідними покупцями остаточної продукції будуть внутрішні агенти. В якості сировини, швидше за все, використовуватиметься сировина внутрішніх постачальників. З найбільшою ймовірністю бойові дії не вийдуть з активної фази. При цьому стан внутрішньої

сировинної бази характеризується достатніми запасами при низькому рівні розробки родовищ. Середньостатистичний працівник металургійної галузі має вік від 35 до 55 років. Кваліфікація працівників з найбільшою ймовірністю має адекватний ринковим умовам рівень.

4.4 Другий етап морфологічного аналізу

Визначимо величину умовної результативності (табл. 4.8) кожної альтернативи. Величина умовної результативності альтернативи $a_j^{(i)}, i \in \overline{N+1, N+N'}$ при конфігурації морфологічної таблиці першого етапу $\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}$:

$$R\left(a_j^{(i)} \mid \{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}\right) = \frac{p_j'^{(i)} \cdot \prod_{m=1}^N (c_{mj_m, ij} + 1)}{\sum_{k=1}^{n_i} \left(p_k'^{(i)} \cdot \prod_{m=1}^N (c_{mj_m, ik} + 1)\right)}$$

За відсутності додаткової інформації:

$$p_j'^{(i)} = \frac{1}{N'}, i \in \overline{N+1, N+N'}$$

Очікувана результативність альтернативи $a_j^{(i)}$:

$$R_j^{(i)} = \sum_{j_1=1}^{n_1} \sum_{j_2=1}^{n_2} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} R(a_j^{(i)} | \{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}) \cdot P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\})$$

Таблиця 4.8 - Величини умовних результативностей для фактора F7

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7				
						1	2	3	4	5
1	1	1	1	2	1	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191
1	1	1	1	2	2	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264
1	1	1	1	2	3	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265
1	1	1	1	2	4	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273
1	1	1	1	3	1	0.161	0.161	0.161	0.161	0.161
1	1	1	1	3	2	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213
1	1	1	1	3	3	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217
1	1	1	1	3	4	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229

Таблиця 4.9 - Величини умовних результативностей для фактора F8

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F8					
						1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	2	1	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191
1	1	1	1	2	2	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264
1	1	1	1	2	3	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265
1	1	1	1	2	4	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273
1	1	1	1	3	1	0.161	0.161	0.161	0.161	0.161	0.161
1	1	1	1	3	2	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213
1	1	1	1	3	3	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217
1	1	1	1	3	4	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229

Таблиця 4.10 - Величини умовних результативностей для фактора F9

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F9						
						1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	2	1	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191
1	1	1	1	2	2	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264
1	1	1	1	2	3	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265
1	1	1	1	2	4	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273
1	1	1	1	3	1	0.161	0.161	0.161	0.161	0.161	0.161	0.161
1	1	1	1	3	2	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213
1	1	1	1	3	3	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217
1	1	1	1	3	4	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229

Отримані значення результативностей альтернатив другого етапу МА подано в таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Значення результативностей альтернатив другого етапу МА

7. Інвестиційні заходи		8. Заходи щодо інфраструктури		9. Організаційні заходи	
7.1	0,11	8.1	0,35	9.1	0,09
7.2	0,13	8.2	0,11	9.2	0,14
7.3	0,34	8.3	0,26	9.3	0,18

Продовження таблиці 4.11

7.4	0,36	8.4	0,23	9.4	0,16
7.5	0,06	8.5	0,03	9.5	0,23
		8.6	0,02	9.6	0,09
				9.7	0,11

Графічне відображення результатів 2-го етапу МА подано на рис. 4.7 - 4.9.

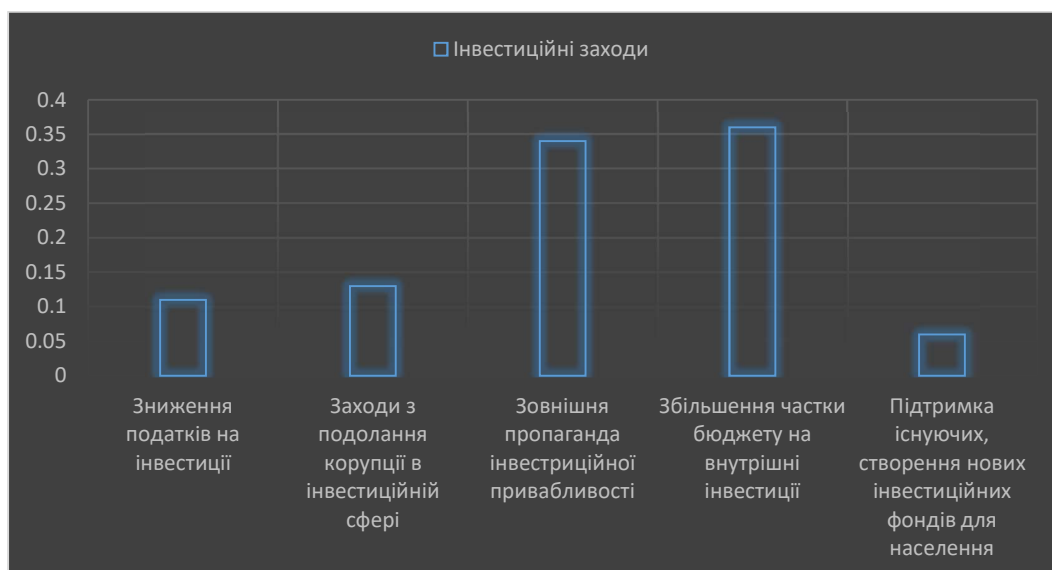


Рисунок 4.7 – Інвестиційні заходи

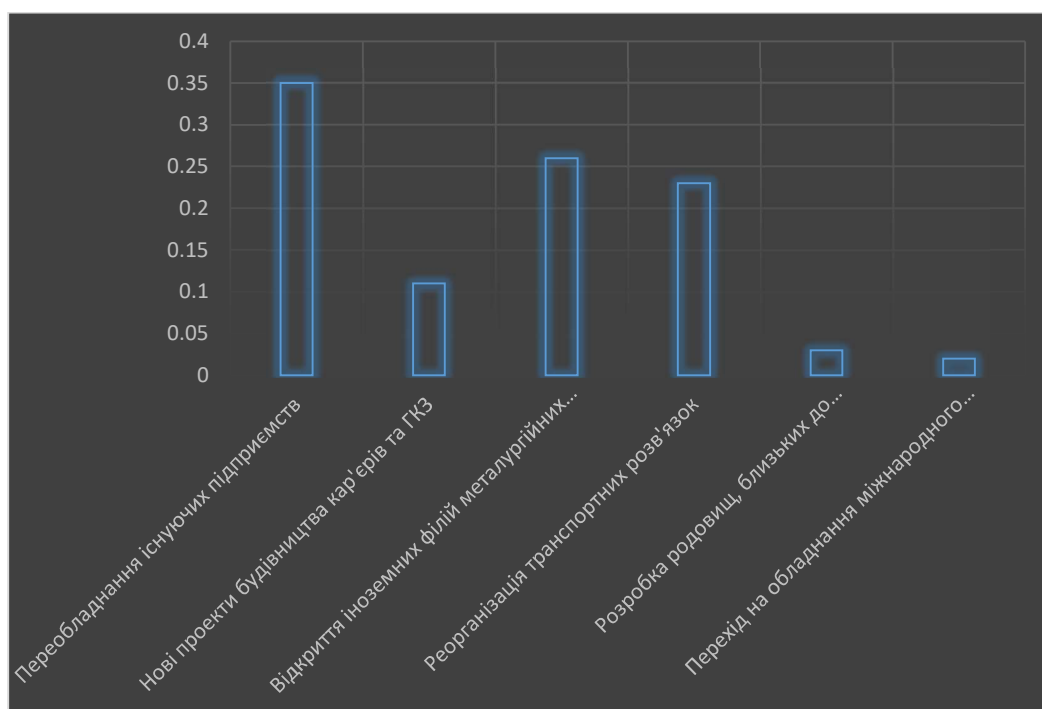


Рисунок 4.8 – Заходи щодо інфраструктури

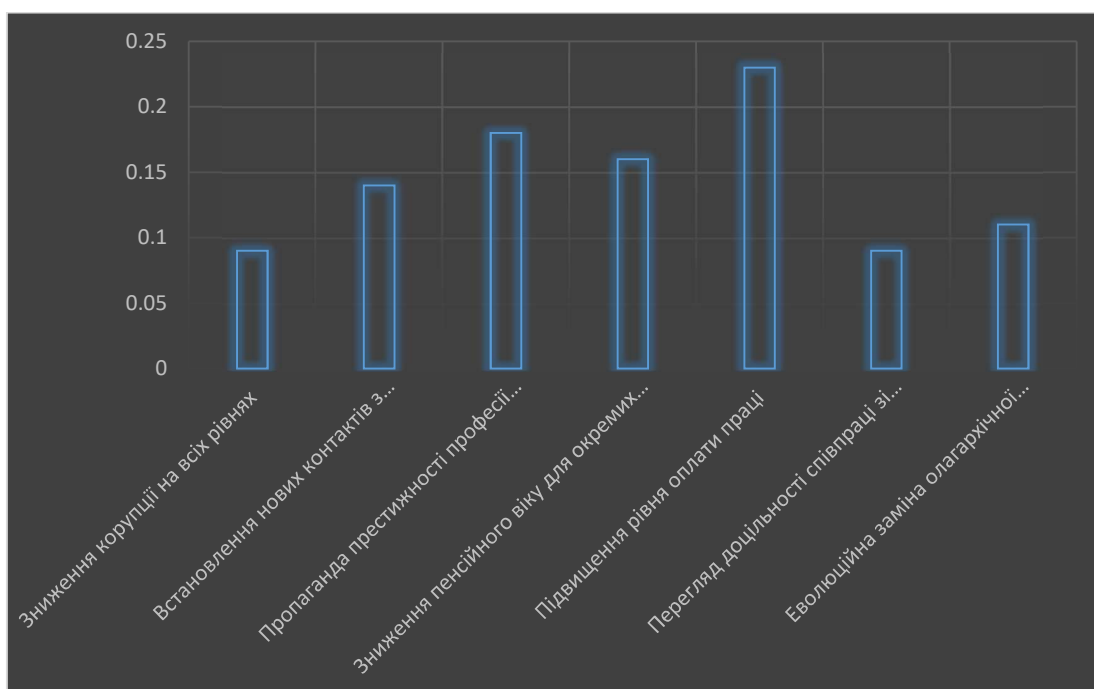


Рисунок 4.9 - Організаційні заходи

Отже, в процесі реалізації 2-го етапу МА було сконструйовано таблицю взаємозв'язків між альтернативами факторів з 1-го та 2-го етапу, обчислено умовні й очікувані результативності альтернатив 2-го етапу. Отримано наступні результати: найбільш результативним інвестиційним заходом було збільшення частки бюджету на внутрішні інвестиції. Також високу результативність має зовнішня пропаганда інвестиційної привабливості. Найрезультативнішим заходом щодо інфраструктури виявилось переобладнання існуючих підприємств. Організаційним заходом з максимальною результативністю є підвищення рівня оплати праці.

4.5 Побудова когнітивної карти

Спираючись на результати морфологічного аналізу, доцільно виділити наступні константи в першій ітерації когнітивної карти:

F_1 – об'єми продажу продуктів галузі внутрішнім агентам.

F_2 – процентне співвідношення використання власної сировини.

F_3 – інтенсивність бойових дій.

F_4 – рівень розробки сировинних родовищ.

F_5 – кількість робочої сили середнього віку.

F_6 – рівень оплати праці.

F_7 – частка бюджету, спрямована на внутрішні інвестиції в галузь.

F_8 – темпи переобладнання підприємств.

Відповідно до (2.2) будуються матриці попарних порівнянь для визначення ϑ_{Fi} та $\mu_{Fi,Fj}$. В таблицях 4.12-4.16 наведено приклад матриць для $\vartheta_{F1}, \vartheta_{F2}, \vartheta_{F3}, \mu_{F1,F2}, \mu_{F2,F3}$.

Таблиця 4.12 – матриця парних порівнянь для побудови ϑ_{F1}

$M\mu_{F1}$	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0.1	1.00	3.00	3.00	5.00	6.00
0.3	0.33	1.00	4.00	4.00	5.00
0.5	0.33	0.25	1.00	2.00	3.00
0.7	0.20	0.25	0.50	1.00	3.00
0.9	0.17	0.20	0.33	0.33	1.00

Таблиця 4.13 – матриця парних порівнянь для побудови ϑ_{F2}

$M_{\vartheta_{F2}}$	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0.1	1.00	4.00	0.40	0.25	8.00
0.3	0.25	1.00	4.00	4.00	5.00
0.5	2.50	2.50	0.33	2.00	0.45
0.7	4.00	0.25	0.50	1.00	3.00
0.9	0.13	0.20	2.22	0.33	1.00

Таблиця 4.14 – матриця парних порівнянь для побудови ϑ_{F3}

$M_{\vartheta_{F3}}$	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0.1	1.00	3.00	0.11	5.00	0.11
0.3	0.33	1.00	4.00	0.25	5.00
0.5	9.09	9.09	1.00	2.00	3.00
0.7	0.20	4.00	0.50	1.00	3.00
0.9	9.09	0.20	0.33	0.33	1.00

Таблиця 4.15 – матриця парних порівнянь для побудови $\mu_{F1,F2}$

$M_{\mu_{F1,F2}}$	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0.1	1.00	0.10	1.00	5.00	6.00
0.3	10.00	1.00	4.00	0.25	3.00
0.5	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00
0.7	0.20	4.00	0.50	1.00	3.00
0.9	0.17	0.33	0.33	0.33	1.00

Таблиця 4.16 – матриця парних порівнянь для побудови $\mu_{F2,F3}$

$M_{\mu_{F2,F3}}$	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0.1	1.00	0.20	3.00	5.00	6.00
0.3	5.00	1.00	4.00	1.00	5.00
0.5	0.33	0.33	1.00	2.00	0.40
0.7	0.20	1.00	0.50	1.00	3.00
0.9	0.17	0.20	2.50	0.33	1.00

Приклад отриманої нечіткої множини для фактора F1 наведено на рисунку 4.10.

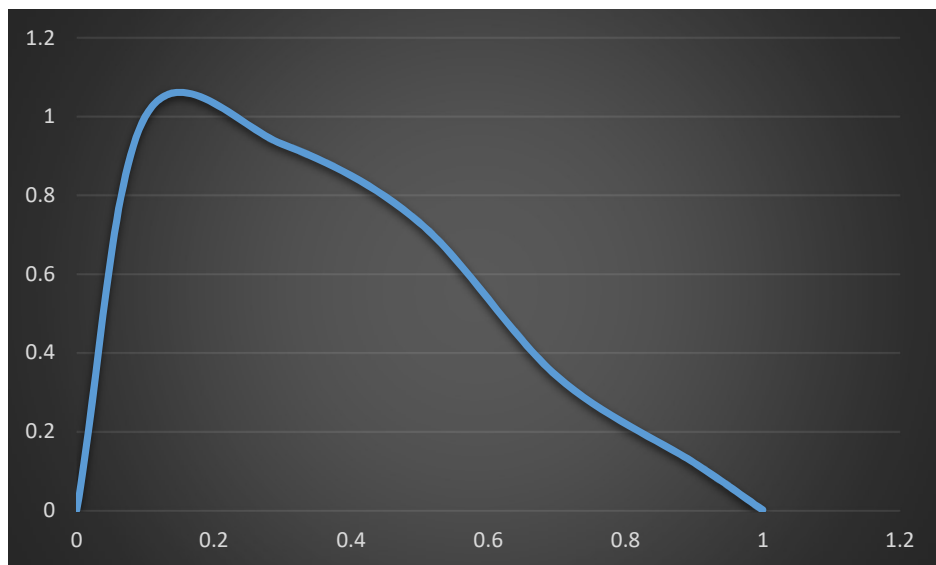


Рисунок 4.10 – загальний вигляд функції належності фактора F1

Першу ітерацію когнітивної карти F^1 представлено на рисунку 4.11.

Коефіцієнт ранжування $H(\mu_{F4 \rightarrow F7 \rightarrow F6 \rightarrow F8}(\cdot), \mu_0(\cdot)) > 0$, отже карта є структурно нестійкою. Також $\rho(F_*^1) = 1.32 > 1$, тобто чисельна стійкість відсутня.

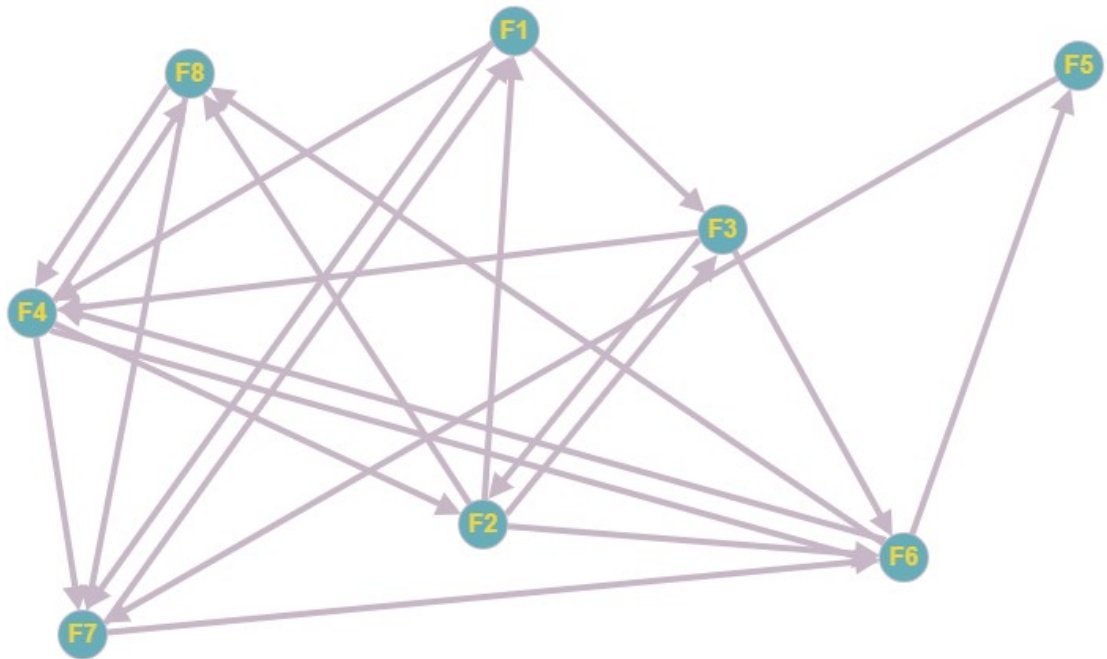


Рисунок 4.11 – Когнітивна карта 1-ої ітерації

Проранжуємо вершини відповідно до модифікованої процедури Гірвана-Ньюмана з підрозділу 3.3. Ранжування наведено в таблиці 4.17.

Таблиця 4.17 – ранжування концептів за ступенем опосередкованості для 1-ої ітерації когнітивної карти

Концепт	Питомий ступінь опосередкованості
F8	0,31
F6	0,23
F3	0,2
F1	0,13
F4	0,13
F5	0,1
F7	0,1
F2	0,1

Розбиваємо концепт F8 на некорельовані підконцепти F81 («темпи заміни виробничого обладнання») та F82 («темпи оновлення інфраструктури»). Отриману другу ітерацію когнітивної карти F^2 зображено на рисунку 4.12.

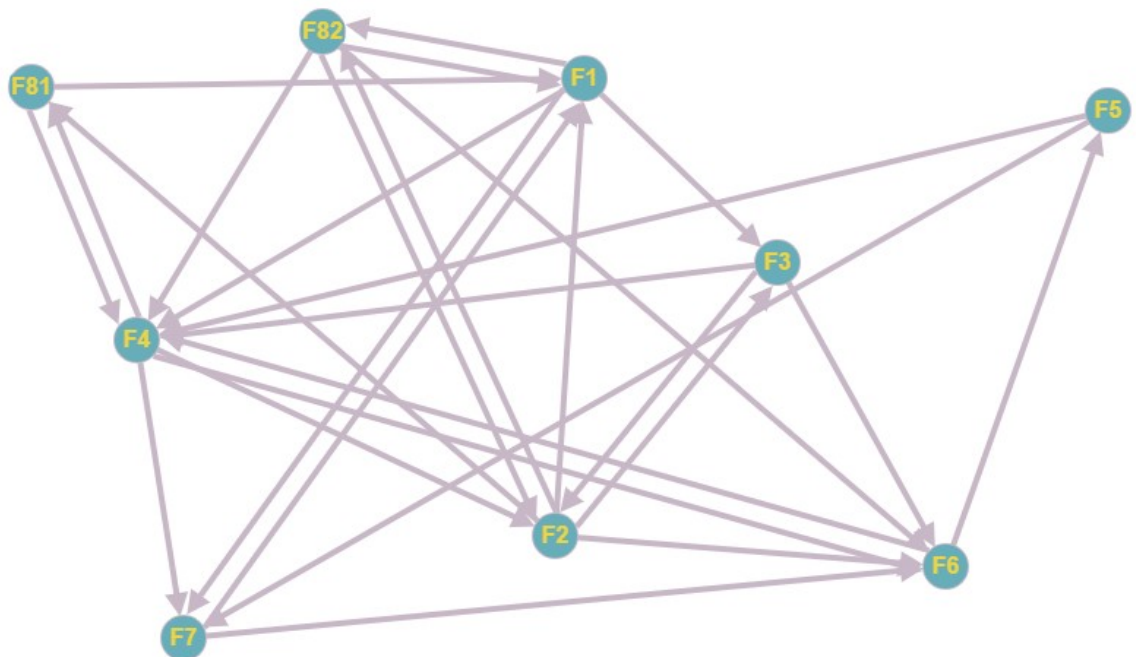


Рисунок 4.12 – Когнітивна карта 2-ої ітерації

Коефіцієнт ранжування $H(\mu_{F_{82} \rightarrow F_2 \rightarrow F_6 \rightarrow F_5 \rightarrow F_4 \rightarrow F_{81} \rightarrow F_1 \rightarrow F_2}(\cdot), \mu_0(\cdot)) > 0$, отже карта є структурно нестійкою. Також $|\rho(F_*^2)| = |-1.5| > 1$, тобто чисельна стійкість відсутня.

Результати повторного ранжування наведено у таблиці 4.19.

Таблиця 4.19 – ранжування концептів за ступенем опосередкованості для 2-ої ітерації когнітивної карти

Концепт	Питомий ступінь опосередкованості
F2	0,35
F4	0,22
F82	0,3
F3	0,23
F81	0,21
F6	0,12
F1	0
F2	0
F5	0

Розбиваємо концепт F2 на некорельовані підконцепти F21 («процентне співвідношення використаних власних руд»), F22 («процентне співвідношення використаних власних допоміжних матеріалів»), F23 («процентне співвідношення використаних власних енергоносіїв»). Отриману третю ітерацію когнітивної карти F^3 зображено на рисунку 4.13.

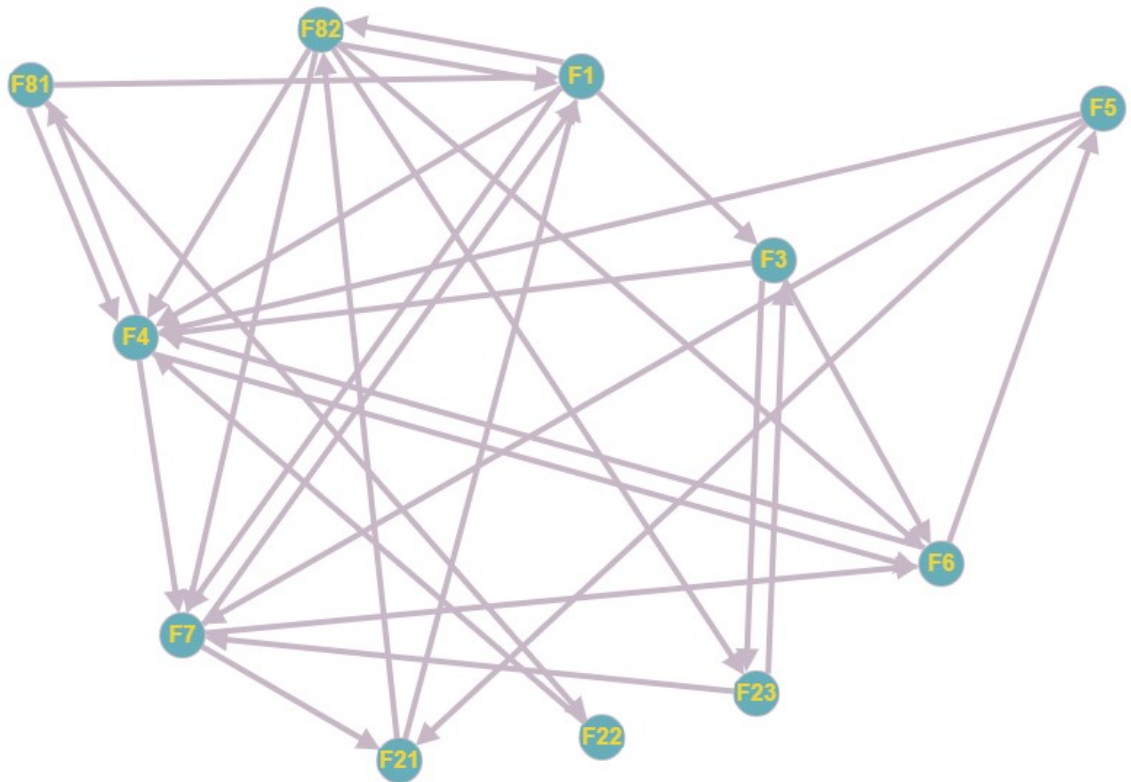


Рисунок 4.13 – Когнітивна карта 3-ої ітерації

Коефіцієнт ранжування $H(\mu_{F7 \rightarrow F21 \rightarrow F82 \rightarrow F7}(\cdot), \mu_0(\cdot)) > 0$, отже карта є структурно нестійкою. $|\rho(F_*^3)| = |-0.5| < 1$, тобто когнітивна карта є чисельно стійкою.

Результати повторного ранжування наведено у таблиці 4.20.

Таблиця 4.20 – ранжування концептів за ступенем опосередкованості для 3-ої ітерації когнітивної карти

Концепт	Питомий ступінь опосередкованості
F4	0,42
F21	0,31
F82	0,3
F22	0,25
F81	0,25
F6	0,21
F23	0,2
F2	0,1
F5	0,1
F3	0
F1	0
F7	0

Розбиваємо концепт F4 на некорельовані підконцепти F41 («рівень розробки рудних родовищ»), F42 («рівень розробки родовищ проміжних продуктів»), F43 («рівень розробки попередніх матеріалів металургійних реагентів»). Отриману третю ітерацію когнітивної карти F^4 зображено на рисунку 4.14.

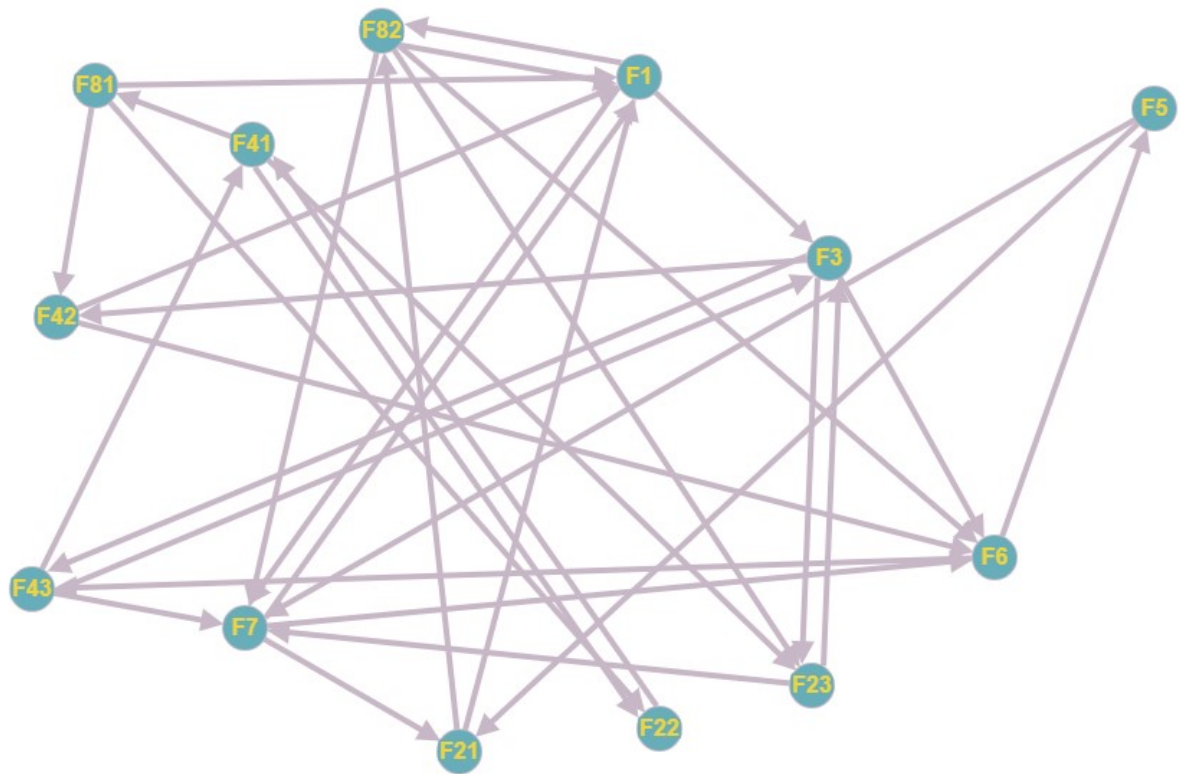


Рисунок 4.14 – Когнітивна карта 4-ої ітерації

Коефіцієнт ранжування $H(\mu_S(\cdot), \mu_0(\cdot)) > 0 \forall S$, отже карта є структурно стійкою. $|\rho(F_*^3)| = |-0.3| < 1$, тобто когнітивна карта є чисельно стійкою.

Отримана когнітивна модель дозволяє провести сценарний аналіз розвитку металургійної галузі України шляхом імітаційного моделювання імпульсних процесів на когнітивній карті.

У роботі [5] наведено основні заходи та поточні тенденції, актуальні для промислового комплексу України загалом та металургійної галузі зокрема. На даний момент спостерігається стійке спадання кількості працівників середнього віку в галузі (F_5), існує значний ризик відновлення бойових дій в суміжних районах (F_3), в програмі Міністерства економічного розвитку і торгівлі – підвищення заробітної плати працівникам галузі (F_6), планується підвищення частки бюджету, спрямованої на внутрішні інвестиції (F_7).

Нечіткі збурення в даних концептах представлені нечіткими значеннями з ФН на рис. 4.15 - 4.18.

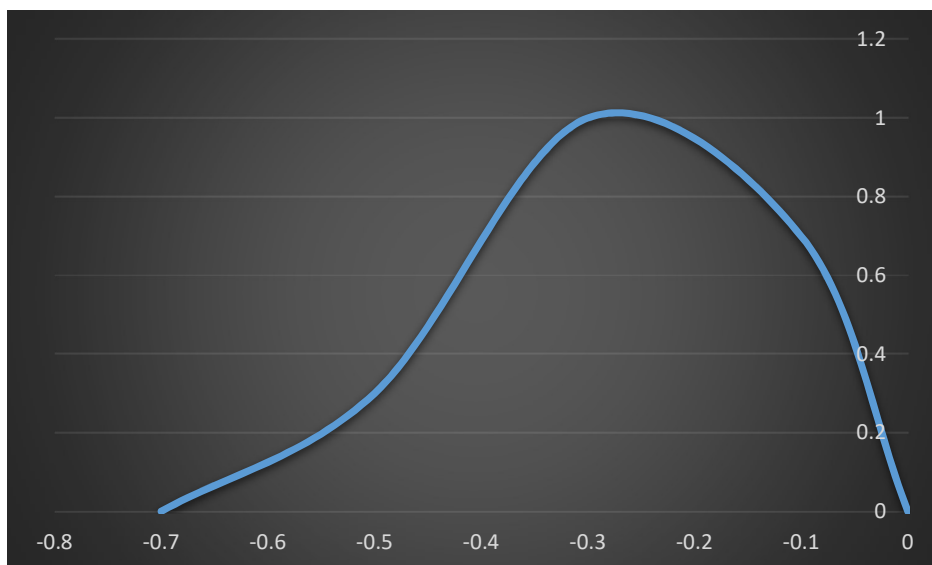


Рисунок 4.15 – Модельні збурення для концепта F_5

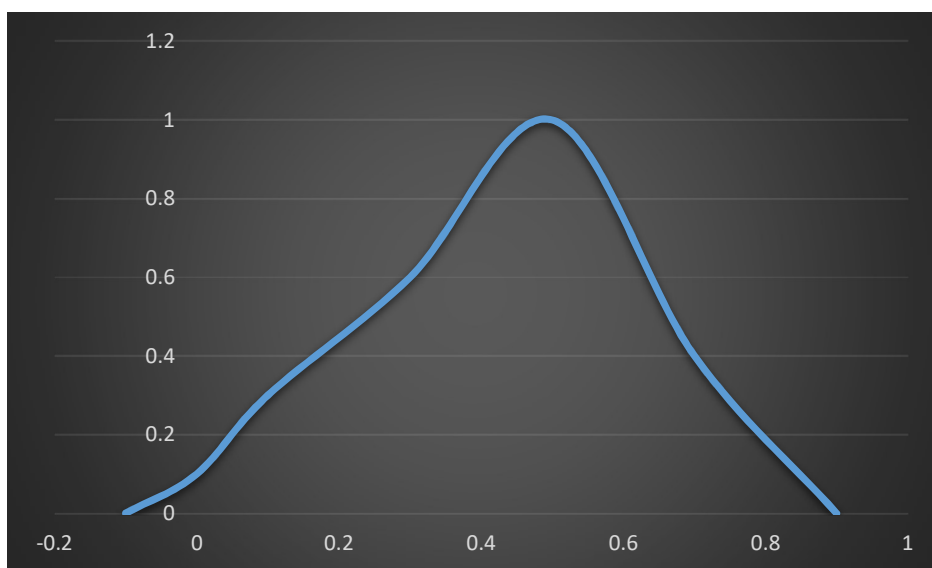


Рисунок 4.16 – Модельні збурення для концепта F_3

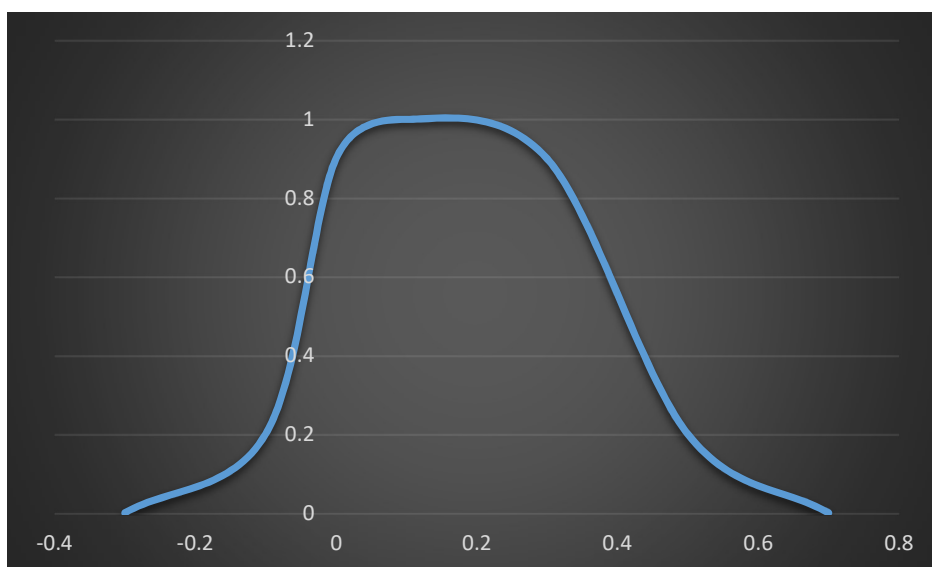


Рисунок 4.17 – Модельні збурення для концепта F_6

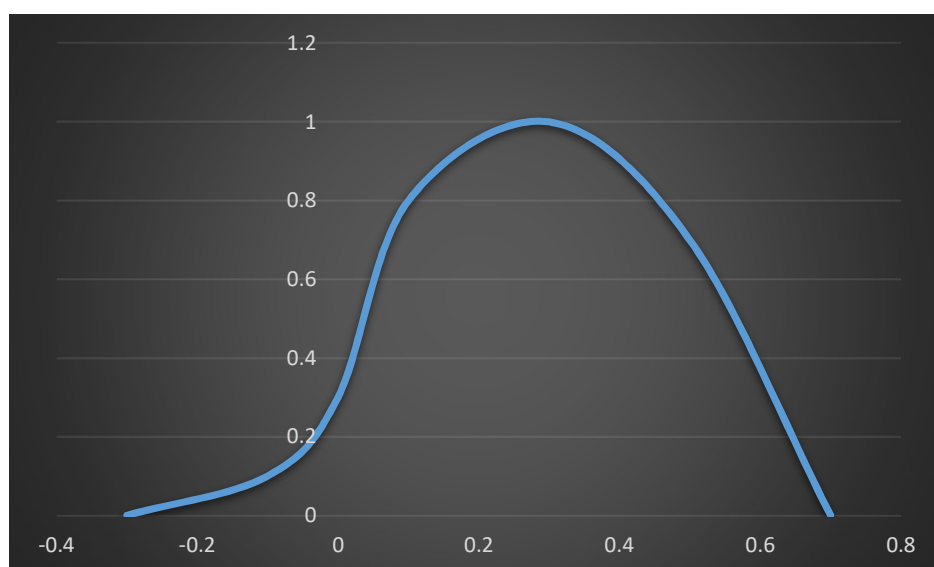


Рисунок 4.18 – Модельні збурення для концепта F_7

Результати імпульсного моделювання подано на рис. 4.19 - 4.20. По осі абсцис відкладено такти моделювання по осі ординат – дефазіфіковані значення концептів на заданому такті.

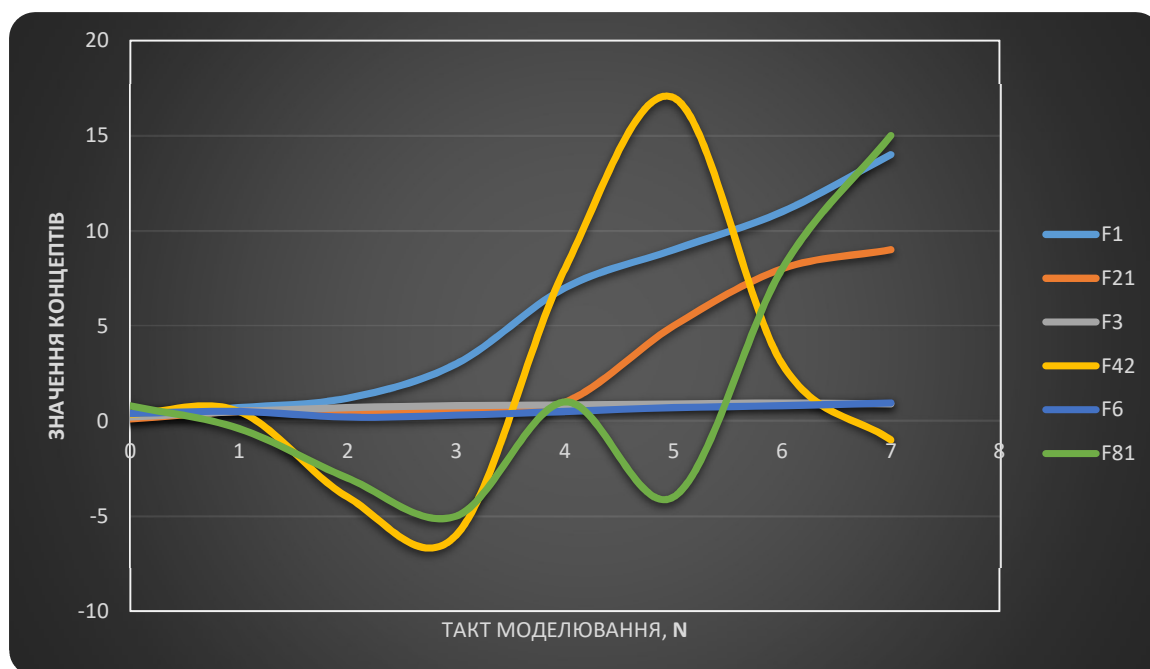
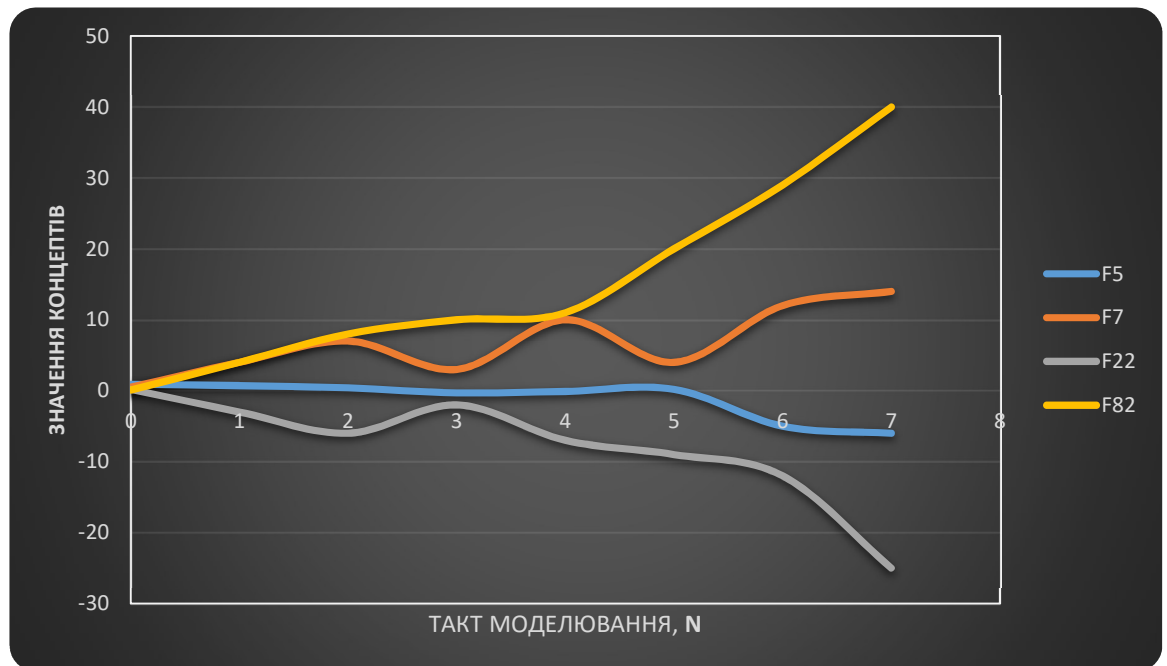
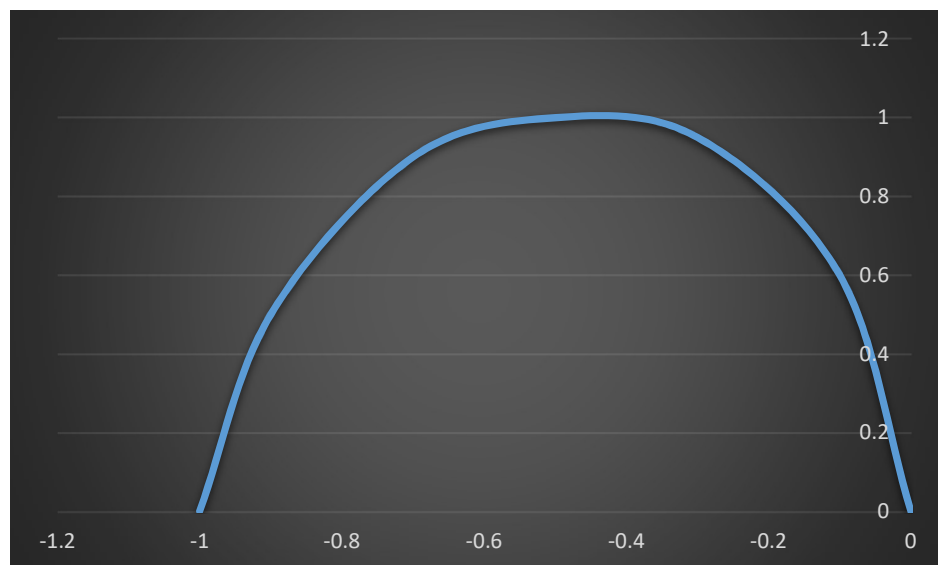


Рисунок 4.19 – Імпульсні процеси для концептів $F_1, F_{21}, F_3, F_{42}, F_6, F_{81}$ Рисунок 4.20 – Імпульсні процеси для концептів F_5, F_7, F_{22}, F_{82}

Побудуємо імпульсні процеси для альтернативного розвитку подій описаного в [5] (більш стрімкий вплив кваліфікованої робочої сили працездатного віку). ФП концепта F_5 зображено на рисунку 4.21.

Рисунок 4.21 – Модельні збурення для концепта F_5

Результати імпульсного моделювання подано на рис. 4.22 - 4.23.

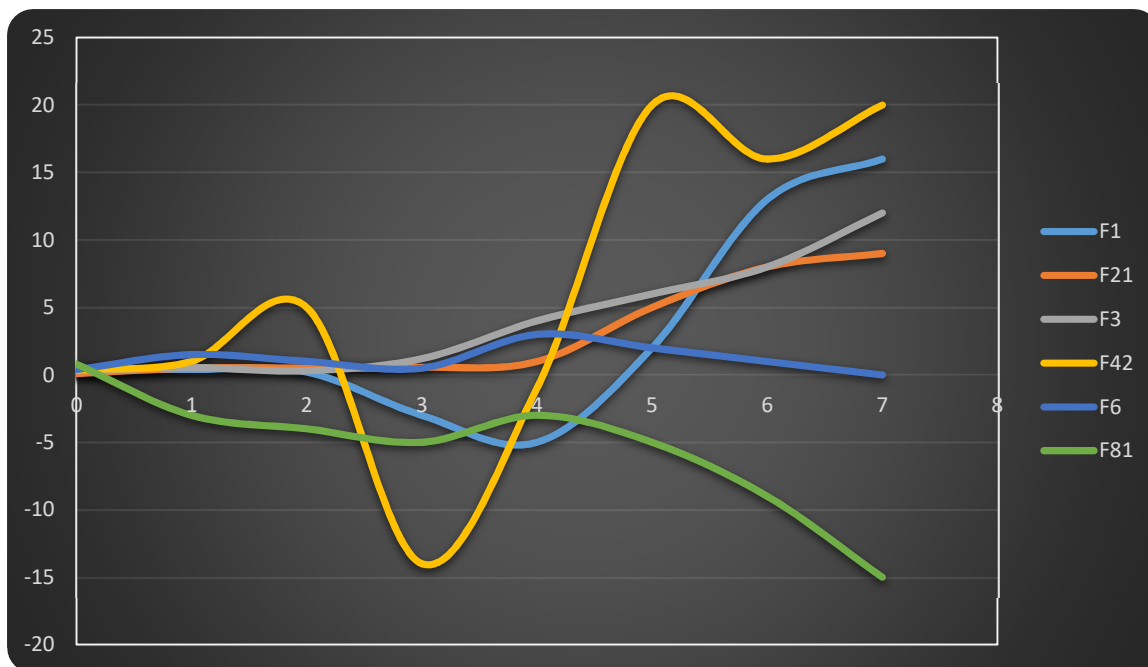


Рисунок 4.22 – Імпульсні процеси для концептів F_1 , F_{21} , F_3 , F_{42} , F_6 , F_{81}

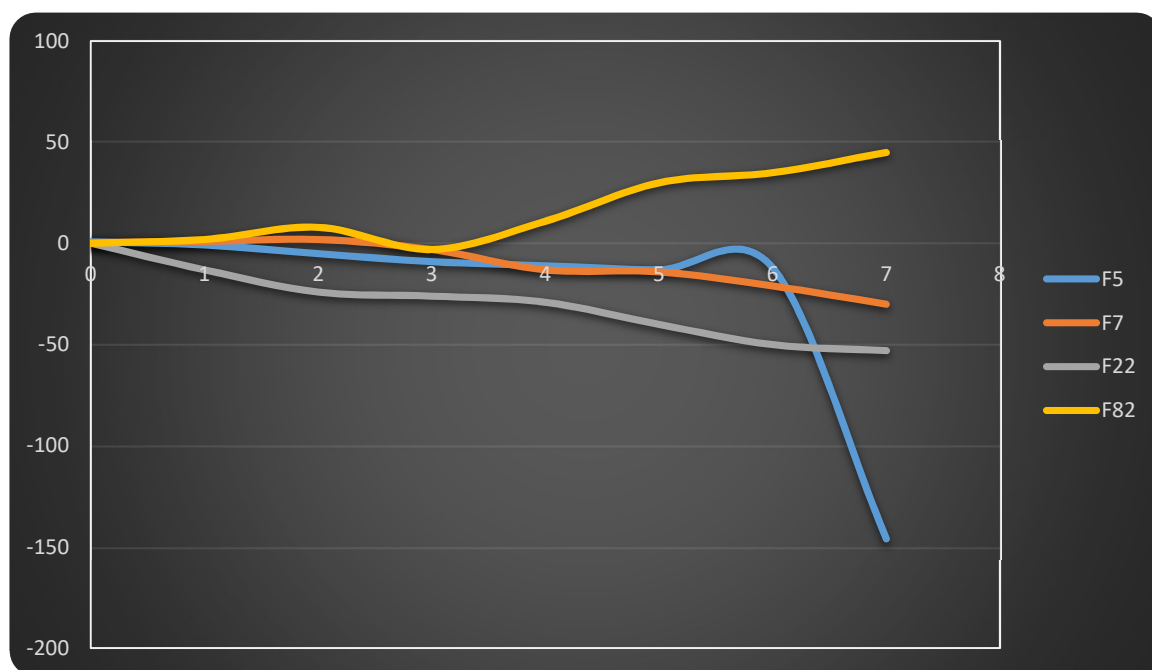


Рисунок 4.23 – Імпульсні процеси для концептів F_5 , F_7 , F_{22} , F_{82}

Висновки до розділу

Результати сценарного аналізу згідно з початковими збуреннями, що відповідають передумовам розвитку галузі, сформульованим спираючись на [5], дозволяють виділити наступні тенденції розвитку металургійної галузі:

- стимулювання підвищення частки бюджету, спрямованої на внутрішні інвестиції в галузь металургії матиме помітний вплив на найбільшу кількість інших суттєвих факторів;
- встановлення контролю над новими ринками збуту всередині країни дозволить утвердити металургійну галузь в ролі базової складової української економіки, збільшити її частку у ВВП та експорті;
- при проведенні реструктуризації галузі ключову роль відіграє прискорення темпів переобладнання підприємств;
- підвищення темпів перенавчання робочої сили та подолання процесу зростання середнього віку фахівців дозволить зменшити вплив таких негативних факторів як ризик простою виробництва в процесі страйків, зростання частки браку продукції, падіння якості робочої сили;
- найбільш негативний вплив мають фактори, пов'язані з активізацією воєнних дій та зменшенням кількості робочої сили середнього віку.

РОЗДІЛ 5 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

5.1 Опис ідеї проекту

В межах підпункту слід послідовно проаналізуємо та подамо у вигляді таблиць:

- зміст ідеї (що пропонується);
- можливі напрямки застосування;
- основні вигоди, що може отримати користувач товару (за кожним напрямком застосування);
- чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників.

Перші три пункти подаються у вигляді таблиці (табл. 5.1) і дають цілісне уявлення про зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів.

Проведемо аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї (чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників) порівняно із пропозиціями конкурентів, що передбачає:

- визначення переліку техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї;
- визначення попереднього кола конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проводиться збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку;
- проводиться порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначаються показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні) (табл. 5.2).

Таблиця 5.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
SaaS-рішення для побудови оптимальної highly available серверної інфраструктури на основі інтеграції з AWS Spot Instances (зокрема, для побудови ультра-дешевих failover-cluster'ів)	1. Експертна система для побудови Compute infrastructure	Містить експертну підсистему. Більш вичерпна аналітика, абстрагована від Cloud-provider'a
	2. Економія ресурсів	Досягнення верхньої межі рекламованих Amazon об'ємів економії і/або підвищення потужностей обчислювального кластера
	Інтеграція з failover-cluster	Можливості побудови failover-cluster'ів (Забезпечує повну інтеграцію)

Таблиця 5.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/ п	Техніко- економічні характеристик и ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральн а сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	AW S	CloudHealt h Technologies	Azur e			
1.	Доступність	8	5	7	0			+
2.	Оптимізованість реалізації	5	4	6	0		+	
3.	Унікальність	7	0	5	0			+
...								
N								

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу необхідно провести аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару):

а) визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (табл. 5.3):

б) за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?

в) чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/доробити?

г) чи доступні такі технології авторам проекту?

Таблиця 5.3 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1		Методи когнітивного аналізу	Технологія наявна, проте вимагає адаптація та апробації	Технологія доступна у вихідному вигляді
2		Методи сканування предметної області	Технологія наявна	Технологія доступна, існують готові реалізації
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: методи когнітивного аналізу, методи сканування предметної області				

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, що дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Спочатку проводиться аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3 (Google, MS, Amazon)
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	900 млрд. грн
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Ринок у стані зростання
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Інфраструктурні (наявність розвинених каналів зв'язку), організаційні, юридичні (в основному, стосується США, не суттєво для України)
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Так, залежать від регіону. Наприклад, для країн Євросоюзу – необхідність сумісності з GDPR
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	25%

Середня норма рентабельності 25% більша за банківський відсоток на вкладення. Отже, ринок є привабливим для входження за попереднім оцінюванням.

Далі визначаються потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Неефективне використання обчислювальних cloud-ресурсів при розгортанні масштабної серверної інфраструктури через негнучку систему налаштування параметрів існуючих AWS Spot Instances сервісів.	Великі корпоративні системи, для яких критичними є high availability та динамічне масштабування обчислювальних ресурсів, які використовуються для розгортання stateful сервісів.	Партнери Amazon Web Services та учасники affiliate program в більшості орієнтуються на основний функціонал. Власники інфраструктур меншого розміру, які відчують потребу в постійному моніторингу стану ресурсів і автоматизованому їх масштабуванні.	Можливість здійснювати оптимальний розподіл обчислювальних ресурсів віртуальних машин в Amazon cloud з метою мінімізації затрат при досягненні заданого рівня надійності та обчислювальних можливостей шляхом використання гнучкої аналітичної системи, реалізованої з використанням алгоритмів машинного навчання.

Після визначення потенційних груп клієнтів проводиться аналіз ринкового середовища: складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. 5.6-5.7). Фактори в таблиці подавати в порядку зменшення значущості.

Таблиця 5.6 - Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Слабка розвиненість інфраструктури	Відсутність достатньої пропускної здатності місцевого Інтернет-каналу для швидкого доступу до Amazon-серверів, що базуються в кожному з Availability Zone.	Перенесення серверів-оркестраторів та аналітичних систем в кожному з Availability Zone.
2	Високі затрати на тестування	Виснаження фінансового фонду через високі витрати на оренду ресурсів	Оформлення affiliate program підписки та участь у спеціальних програмах AWS для стартапів

Таблиця 5.7 - Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Можливості уніфікації	Можливість інтегрувати розроблену модель сервісів для ресурсів інших постачальників Cloud-послуг.	Поступова уніфікація сервісів, введення “абстрактних сервісів”, як додаткового рівня абстракції над універсальними для всіх постачальників послуг ресурсами та їх сервісами (наприклад, перший крок – підтримка Gazoo).
2	Економія коштів на рекламі	Практично повна заміна таргетованої реклами на referral program.	Внутрішня система нарахування балів за кожного referred клієнта, яка дозволяє обміняти бали на певну кількість ресурсів постачальника, для яких можливе безкоштовне використання сервісів, наданих в межах продукту.
3	Підвищення customer retention rates	Інтеграція сервісів продукту з сервісами замовлення ресурсів в Amazon Compute Console	Реклама в межах мережі Amazon як основного партнера. Розміщення посилання на оформлення підписки на продукт при замовленні ресурсів в Amazon Compute Console.

Надалі проводиться аналіз пропозиції: визначаються загальні риси конкуренції на ринку (табл. 5.8).

Таблиця 5.8 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Тип конкуренції - олігополія	Наявність кількох основних гравців, які контролюють 90% ринку (AWS, Google Cloud, Microsoft Azure)	Реалізація функціоналу, відсутнього в конкурентів.
За рівнем конкурентної боротьби - міжнаціональний	Продукт має однакову конкурентоздатність в будь-якій країні в сучасному глобалізованому ринку	Вдосконалення рівня надійності та якості продукту.
За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Конкуренція в галузі Cloud-based продуктів	Розширення кількості підтримуваних постачальників Cloud-ресурсів.
Конкуренція за видами товарів - між бажаннями	Полягає у задоволенні бажань клієнта, що виникають відповідно до потреб його бізнесу	Уніфікація сервісної моделі.
За характером конкурентних переваг - нецінова	Переваги формуються у вигляді технічної досконалості, багатства можливостей та usability	
За інтенсивністю - марочна	Торгова марка впливає на конкурентоздатність, особливо у корпоративному сегменті	

Після аналізу конкуренції проводиться більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (за моделлю 5 сил М. Портера) (табл. 5.9).

Таблиця 5.9 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	CloudHealth Technologies	<i>AWS, Azure</i> бар'єри входження в ринок: вузька спеціалізація, неортодоксальність технології	<i>AWS:</i>	Фактори сили споживачів	Фактори загроз з боку замінників
Висновки :	Працюють переважно в суміжному сегменті ринку, проте мають певний вплив на основний	Поки що не мають еквівалентного функціоналу, проте мають значну кількість ресурсів, що дозволить дуже швидко увійти в даний сегмент ринку	Постачальники диктують умови роботи на ринку	Клієнти диктують умови роботи на ринку	Обмеження для роботи на ринку через товари замінники

За результатами аналізу таблиці робиться висновок щодо принципової можливості роботи на ринку з огляду на конкурентну ситуацію. Також робиться висновок щодо характеристик (сильних сторін), які повинен мати проект, щоб бути конкурентоспроможним на ринку.

На основі аналізу конкуренції (табл. 5.9), а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 5.2), вимог споживачів до товару (табл. 5.5) та факторів маркетингового середовища (табл. 5.6-5.7) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформлюється за табл. 5.10.

Таблиця 5.10 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Унікальність продукту	Відсутність еквівалентних можливостей у найближчих конкурентів дозволить виграти час при початковому захопленні частки ринку
2	Широка функціональність	Широкий функціонал дозволяє задовольнити потреби клієнтів у перспективі на найближчі кілька років, що дозволяє підвищити customer retention за рахунок клієнтів, що будують на основі продукту власні рішення з довготривалими термінами експлуатації
3	Маркетингові підходи	Використання referral program надасть можливість звести до мінімуму витрати на рекламу

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 5.10) проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 5.11).

Таблиця 5.11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з AWS						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Унікальність продукту	17			X				
2	Широка функціональність	14				X			
3	Маркетингові підходи	12						X	

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 5.12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 5.11).

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складається на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення. Наприклад: зниження доходів потенційних споживачів – фактор загрози, на основі якого можна зробити прогноз щодо посилення значущості цінового фактору при виборі товару та відповідно, – цінової конкуренції (а це вже – ринкова загроза).

Таблиця 5.12 - SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: фінансово ефективні маркетингові підходи, унікальність продукту	Слабкі сторони: незначний початковий бюджет
Можливості: Уніфікація сервісної моделі; Розширення кількості підтримуваних постачальників Cloud-ресурсів.	Загрози: наявність конкурентів із суміжних ринкових сегментів, що мають ресурси для максимально швидкого входу в поточну для продукту нішу

На основі SWOT-аналізу розробляються альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (див. табл. 5.9, аналіз потенційних конкурентів).

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 5.13).

З означених альтернатив обирається та, для якої:

- а) отримання ресурсів є більш простим та ймовірним: зміна основного постачальника ресурсів, створення максимально узагальненої сервісної моделі;
- б) строки реалізації – більш стислими: зміна основного постачальника ресурсів.

Таблиця 5.13. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Зміна основного постачальника ресурсів	Висока	1-2 місяці
2	Створення максимально узагальненої сервісної моделі	Висока	15-24 місяці
3	Створення власних дата- центрів і вихід на ринок постачальників Cloud- ресурсів	Низька-Середня	24-36 місяців

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 5.14).

Таблиця 5.14 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Власники великих корпоративних інфраструктур.	Представники цільової групи, швидше за все, уже використовують схожий продукт, тому їх вимоги будуть особливо високими. Також відіграє роль консервативність даної сфери.	Попит середній.	Висока інтенсивність конкуренції.	Вхід в сегмент тривалий і складний.

Продовження таблиці 5.14

2	Тривалі партнери Amazon Web Services та учасники affiliate program.	Для цієї групи позитивну роль в сприйнятті відіграватиме націленість продукту на роботу з AWS уже з перших версій та невелика кількість альтернатив для порівняння.	Високий попит (початкова націленість на підтримку даної платформи).	Середня інтенсивність конкуренції.	Вхід в сегмент середньої складності
3	Власники інфраструктур меншого розміру, які відчувають потребу в постійному моніторингу стану ресурсів і автоматизованому їх масштабуванні.	Даній цільовій групі імпонуватиме freemium модуль та відносна невимогливість продукту до ресурсів (завдяки SaaS моделі відпадає необхідність в розгортанні on premise рішень).	Високий попит	Середня інтенсивність конкуренції	Складність входу в сегмент – нижче середнього
Які цільові групи обрано: 1 – наймасовіша група, 2, 4					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) автори ідеї обирають цільові групи, для яких вони пропонуватимуть свій товар, та визначають стратегію охоплення ринку:

- якщо компанія зосереджується на одному сегменті – вона обирає стратегію концентрованого маркетингу;

- якщо працює із кількома сегментами, розробляючи для них окремо програми ринкового впливу – вона використовує стратегію диференційованого маркетингу;

- якщо компанія працює із всім ринком, пропонуючи стандартизовану програму (включно із характеристиками товару/послуги) – вона використовує масовий маркетинг.

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку (табл. 5.15).

Таблиця 5.15 - Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Стратегію диференційованого маркетингу	Зниження залежності від Основного постачальника ресурсів. Поступове створення та розширення платформи, що надає набір уніфікованих сервісів, абстрагованих стосовно конкретного постачальника Cloud-ресурсів.	Можливості клієнта будувати власні рішення поверх існуючого API, побудова клієнтом рішення, опираючись на основі уже абстрагованих ресурсної моделі постачальників послуг (Amazon, Azure і т.д) сервісів.	Уніфікація сервісної моделі; Розширення кількості підтримуваних постачальників Cloud-ресурсів.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 5.16).

Таблиця 5.16 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	У вузькому сенсі, функціонал є унікальним.	Переважно, шукати нових.	Так, в основному це стосується уніфікованого інтерфейсу (для полегшення роботи нових користувачів).	Стратегія лідера - наголошення на унікальності, інтеграції з існуючими платформами, знайомий інтерфейс

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (див. табл. 5.5), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (табл. 5.15) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 5.16) розробляється стратегія позиціонування (табл. 5.17). що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проект.

Таблиця 5.17 - Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
	Наявність аналітики Досягнення верхньої межі рекламованих Amazon об'ємів економії і/або підвищення потужностей обчислювального кластера Можливості побудови failover-cluster'ів	Розробка базового функціоналу -> отримання фідбеку -> вдосконалення продукту	Уніфікація сервісної моделі; Потенційне розширення кількості підтримуваних постачальників Cloud-ресурсів. Можливості клієнта будувати власні рішення поверх існуючого API, побудова клієнтом рішення опираючись на основі уже абстрагованих від ресурсної моделі Гнучка система аналітики	Analytics, Big Data in the Cloud, Amazon spot instances

Результатом виконання підрозділу має стати узгоджена система рішень щодо ринкової поведінки стартап-компанії, яка визначатиме напрями роботи стартап-компанії на ринку.

5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у табл. 5.18 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 5.18 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Compute аналітика	Містить аналітичну підсистему	Більш вичерпна аналітика, абстрагована від Cloud-provider'a
2	Економія ресурсів	Потребу задоволено	Досягнення верхньої межі рекламованих Amazon об'ємів економії і/або підвищення потужностей обчислювального кластера
3	Інтеграція з failover-cluster	Забезпечує повну інтеграцію	Можливості побудови failover-cluster'ів

Надалі розробляється трирівнева маркетингова модель товару: уточнюється ідея продукту та/або послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання (табл. 5.19).

Таблиця 5.19 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Compute аналітика, економія ресурсів, інтеграція з failover-cluster		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Н м	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Ресурсна ефективність	Нм	Тх/Тл/Е
	2. Usability	Нм	Е
	3. Saas-model	Нм	Тх/Тл
	4. VIP-підтримка	Нм	Тх/Е
	Якість: unit tests, відповідність стандартам GDPR		
	Пакування: SaaS Console (Web-sever на боці вендора)		
	Марка: Spot Compute Spellbinder		
III. Товар із підкріпленням	До продажу: enterprise-grade Cloud compute analytics system		
	Після продажу: зручний інтерфейс, унікальний функціонал		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: Вихідний код потенційно можливо дизасемблювати. Проте через SaaS-природу продукту бібліотеки вихідного коду знаходяться на сервері, підконтрольному компанії.			

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субституту, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (табл. 5.20). Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 5.20 - Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари- аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	-	200-300 USD/річна підписка	120000-300000 USD / рік	Freemium. 100-1000 USD / річна підписка за преміум- функціонал

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (табл. 5.21):

- проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);
- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 5.21 - Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Реєстрація в SaaS Console	-	-	-

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 5.22).

Таблиця 5.22 - Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Власники великих корпоративних інфраструктур.	AWS Compute Console	Інтеграція з failover-cluster	Спонукати до оформлення тимчасової підписки	Потенційне абстрагування від AWS Спрощення конфігурації failover-cluster Постійний моніторинг стану ресурсів і автоматизоване їх масштабування
2	Тривалі партнери Amazon Web Services та учасники affiliate program.	AWS Compute Console	Інтеграція з failover-cluster, Compute аналітика		Повна інтеграція з AWS Постійний моніторинг стану ресурсів і автоматизоване їх масштабування

Продовження таблиці 5.22

3	Власники Інфраструктур меншого розміру	Соцмережі (таргетована реклама)	Compute аналітика	Постійний моніторинг стану ресурсів і автоматизоване їх масштабування .
---	--	---------------------------------------	----------------------	--

Результатом має стати ринкова (маркетингова) програма, що включає в себе концепції товару, збуту, просування та попередній аналіз можливостей ціноутворення, спирається на цінності та потреби потенційних клієнтів, конкурентні переваги ідеї, стан та динаміку ринкового середовища, в межах якого буде впроваджено проект, та відповідну обрану альтернативу ринкової поведінки.

Висновки до розділу

Отже, існує можливість ринкової комерціалізації проекту (наявний попит, динаміка ринку, рентабельність роботи на ринку). Наявні перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту. Доцільно обрати альтернативу (варіант) впровадження для ринкової реалізації проекту. Отже, подальша реалізація проекту є доцільною.

ВИСНОВКИ

В роботі розглянуто проблему аналізу процесів в прикладних задачах для випадку слабкоструктурованих принципово неформалізовуваних систем. Для моделювання та побудови сценаріїв такого класу складних систем застосовується методологія когнітивного моделювання, що спирається на пізнання, мислення, розуміння, сприйняття та інші аспекти когнітивної діяльності людини. Тому прийнято рішення про доцільність розробки модифікацій нечітких когнітивних карт із застосуванням апарату нечітких множин.

В результаті виконання роботи проведено огляд проблем побудови складних систем та існуючих методів когнітивного аналізу, обґрунтування необхідності розробки модифікацій нечітких когнітивних моделей, здійснено розробку та обґрунтування модифікованої процедури побудови нечітких когнітивних карт із застосуванням апарату нечітких множин, розробка та опис обчислювального алгоритму. В задачі виявлення основних факторів предметної області для побудови початкової структури когнітивної карти було взято за основу результати двоетапного морфологічного аналізу. Здійснено програмну реалізацію обчислювального алгоритму. Застосовано отриману програмну реалізацію до пошуку сценаріїв побудови складних систем на прикладі металургійного комплексу України.

Подальшими напрямками роботи можуть бути наступні питання:

- Розробка та реалізація модифікацій когнітивних карт на основі нечіткого логічного виведення Мамдані.
- Вдосконалення інтерфейсної частини програмного продукту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Згуровський М.З. Глобальне моделювання процесів стійкого розвитку в контексті якості і безпеки життя людей. Звіт за 2007/2008 / М.З. Згуровський, А.Д. Гвішиані — К.: Політехніка, 2008. — 350 с.
2. Инновационное развитие социально-экономических систем на основе методологий научного предвидения и когнитивного моделирования / Под ред. Г.В.Гореловой, Н.Д. Панкратовой. — Киев: Наукова думка, 2015. — 464 с.
3. Згуровський М.З. Системний аналіз: проблеми, методологія, застосування / Згуровський М.З., Панкратова Н.Д.. — Київ: Наук. думка, 2011. — 743 с.
4. Kosko, B. Fuzzy cognitive maps / B. Kosko // International Journal of Man-Machine Studies. - 1986. - № 24. - P. 65-75.
5. Girvan, M. Community structure in social and biological networks / M. Girvan // Proc. Natl. Acad. Sci. USA 99. - 1972. - № 14. - P. 15-25.
6. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах / Ю.П. Зайченко — К.: Изд. дом «Слово». 2008. — 92 с.
7. Згуровский М.З. Технологическое предвидение / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова. — К.: Политехника, 2005. — 165 с.
8. Згуровський М.З. До оцінки стійкості когнітивних карт для складних систем / Згуровський М.З., Панкратов В.А. // Міжнародна науково-практична мультиконференція «Управління великими системами»: «Когнітивне моделювання – 2011», К., 14–16 листопада 2011 г. — С. 5-8.
9. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц / Ф.Р. Гантмахер — М.: Наука, 1967. — 575 с.

10. Авдеева, З.К. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями) / З.К. Авдеева, СВ. Коврига, Д.И. Макаренко . - М.: ИЛУ РАН, 2007. - С.26-39.
11. Аверченков, В.И. Инновационный менеджмент. Учеб. пособие / В. И. Аверченков, Е.Е. Ваинмаер. - Брянск: БГТУ, 2004. - 292 с.
12. Андреева, Г.М. Психология социального познания / Г.М. Андреева. - М. Аспект-Пресс, 2005. - 303 с.
13. Ашихмин А.А. Разработка и принятие управленческих решений: формальные модели и методы выбора / А.А. Ашихмин. - 2-е изд., стер. - М.: Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2001. - 78 с.
14. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации / [В.В. Корнеев, А.Ф. Гареев, С.В. Васютин та ін.]. - М.: Нолидж, 2001. - 496 с.
15. Байдачный, С. SQL Server 2005. Новые возможности для разработчиков / С. Байдачный, Д. Маленко, Ю. Лозинский. - М.: Солон-Пресс, 2006. - 208 с.
16. Браст, Э.Дж. «Разработка приложений на основе Microsoft SQL Server 2005» / Э. Дж. Браст, С. Форте. - М.: Русская Редакция, 2007. - 880 с.
17. Брауде, Э.Дж. Технология разработки программного обеспечения / Э.Дж. Брауде. - Питер, 2004. - 656 с.
18. Бешелев, С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок /С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. - М.: Статистика, 1980. - 263 с.

19. Солохин С.С. О когнитивном моделировании устойчивого развития социально-экономических систем (на примере туристско-рекреационной системы Юга России) / С.С. Солохин // Искусственный интеллект. — 2009. — № 4. — С. 150–160.
20. Трахтенгерц, Э.А. Субъективность в компьютерной поддержке управленческих решений / Э.А. Трахтенгерц. - М.: СИНТЕГ, 2001. - 256 с.
21. Троелсен, Э. С# и платформа .NET / Э. Троелсен. - СПб.: Питер, 2007. - 796 с.
22. Фатхутдинов, Р.А. Разработка управленческого решения: Учеб. пособ. / Р.А. Фатхутдинов. - М.: ИНФРА-М, 2001. - 283 с.
23. Федулов, А.С. Модели, методы и программные средства обработки нечеткой информации в системах поддержки принятия решений на основе когнитивных карт: дис. доктора техн. наук: 05.13.11, 05.13.01 / Федулов Александр Сергеевич. - Москва, 2007. - 206 с.
24. Федулов, А.С. Нечеткие реляционные когнитивные карты / А.С. Федулов // Теория и системы управления. - 2005. - №1. - С. 120-133.
25. Фестингер, Л. Теория когнитивного диссонанса: Пер с англ. / Л. Фестингер. - СПб.: Речь, 2000. - 317 с.
26. Хандхаузен, Р. Знакомство с Microsoft Visual Studio 2005 Team System / Р. Хандхаузен. - СПб.: Питер, 2006. - 416 с.
27. Ягер, Р.Р. Множества уровня для оценки принадлежности нечетких подмножеств / Р.Р. Ягер // Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения. - М.: Радио и связь, 1986. - С. 71-78.
28. Ярушкина, Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: Учеб. пособие / Н.Г. Ярушкина. - М.: Финансы и статистика, 2004. - 320 с.
29. Axelrod, R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites / R. Axelrod. // Princeton, NJ: Princeton University Press. - 1976. — P. 12-16.

30. BaseGroup Labs. Описание аналитической платформы Deductor. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: - <http://www.basegroup.ru/deductor/description.htm>
31. C# Language Specification 3.0 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: - <http://download.microsoft.com/download/3/8/8/388e7205-bc0-4226-b2a8-5351c669b09/CSharp/Language/Specification.doc>.
30. Carlsson, C. Adaptive fuzzy cognitive maps for hyper knowledge representation in strategy formation process / C. Carlsson, R. Fuller // In Proc. of the International Panel Conference on Soft and Intelligent Computing, Technical University of Budapest, 1996. - P. 43-50.
31. Carvalho, J.P. Rule-based fuzzy cognitive maps and fuzzy cognitive maps - a comparative study / J.P. Carvalho, J. A. Tome // In Proc. of the 18th International Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society.NAFIPS'99. - New York, 1999. - P. 115-119.
32. Dickerson, J.A. Virtual worlds as fuzzy cognitive maps / J.A. Dickerson, B. Kosko // Presence. 1994. - Vol.3. - P. 173-189.
33. Kosko, B. Fuzzy cognitive maps / B. Kosko // International Journal of Man- Machine Studies. - 1986. - No 24. - P. 65-75.
34. Simon, H. The Structure of Ill-structured Problems / H. Simon // Artificial Intelligence. - 1973. -Vol. 4. - P. 181-202.
35. Tolman, E.C. Cognitive Maps in rats and men / E.C. Tolman // Psychological Review. - 1948. -Vol. 42, No55. - P. 189-208.

ДОДАТОК А ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДОПОВІДІ

Національний технічний університет України «КПІ»
ННК "Інститут прикладного системного аналізу"

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

ТЕМА:

«СЦЕНАРІЙ ПОБУДОВИ СКЛАДНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ
МЕТОДОЛОГІЇ КОГНІТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ»

Виконав: студент гр. КА-62м
Маняк Юрій Вікторович

Науковий керівник:
Д.т.н., професор Панкратова Н.Д.

1

Актуальність дослідження

- Для процесу побудови складних систем характерний ряд проблем, пов'язаних в першу чергу з складністю формалізації більшості його етапів, унікальністю завдань, що виникають, необхідністю врахування множини чинників і цілей, що мають складну структуру взаємозв'язку, а часто суперечать один одному.
- Використання конвенціональних методів і підходів для аналізу процесів в багатьох прикладних задачах суттєво ускладнюється або унеможлиблюється у випадку розгляду слабкоструктурованих принципово неформалізовуваних систем.
- Для моделювання та побудови сценаріїв такого класу складних систем застосовується методологія когнітивного моделювання, що спирається на пізнання, мислення, розуміння, сприйняття та інші аспекти когнітивної діяльності людини.
- Доцільною є розробка модифікацій нечітких когнітивних карт із застосуванням апарату нечітких множин.

2

Методи дослідження

- методи теорії систем
- математичного моделювання
- системного аналізу
- теорії нечітких множин
- теорії когнітивного і імітаційного моделювання
- теорії графів
- лінійного програмування.

4

Мета, об'єкт, предмет дослідження

Метою роботи є розробка та обґрунтування методів і алгоритмів побудови складних систем на основі нечітких когнітивних карт, їх застосування для побудови сценаріїв розвитку складної системи.

Об'єктом дослідження є процеси функціонування складних систем.

Предметом дослідження є методи системного аналізу, моделі, підходи, прийоми когнітивного аналізу.

3

Процедури когнітивного аналізу



5

Модифікований підхід

Когнітивна карта як нечіткий орієнтований граф $G = \langle V, E \rangle$ [1].

Тут V – множина вершин. $V_i \in V, i = \overline{1..N}$, що представляють концепти (елементи системи).

E – множина дуг $E_{ij} \in E; i, j = \overline{1..N}$, які відповідають зв'язкам між вершинами V_i та V_j .

6

Матриця відношень A_{ω_G} – це нечітка квадратна матриця, рядки й стовпчики якої помічені вершинами графа G , а на перетині i – го рядка, j – го стовпчика знаходиться функція належності нечіткої величини, яка представляє уявлення експерта про взаємозв'язок між вершинами, якщо існує відношення між елементами V_i та V_j , тобто

$$A_{\omega_G} = [\omega_{ij(G)}]$$

$$\omega_{ij} = \omega_{ij}(v_i, v_j)(f): [-1; 1] \rightarrow [0, 1]$$

$$i, j = \overrightarrow{1..n}$$

$$\text{де } \omega_{ij} = \omega_{ij}(v_i, v_j)(f) = \omega(v_i, v_j)$$

7

Формалізація імпульсних процесів

Для запропонованої моделі:

$$\vartheta_i(t+1) = S(q_i(t+1), \vartheta_i(t), \prod_{j=1, j \neq i}^N \{T(\omega_{ji}(v_j, v_i)(\cdot), S(\vartheta_j(t), -\vartheta_j(t-1)))\})$$

S-норма – операція агрегування,

T-норма – операція множення в нечіткій арифметиці,

q_i – зовнішній імпульс,

$\vartheta_i(t)$ – значення концепта i .

8

Побудова графіків імпульсних процесів

Центроїдний метод дефазіфікації:

Для порівняння нечітких чисел застосовуємо критерій на основі коефіцієнта ранжування H :

$$\vartheta_0\langle t \rangle = \frac{\int_{\vartheta^{-1}([0,1])} t \cdot \vartheta(x)\langle t \rangle}{\int_{\vartheta^{-1}([0,1])} \vartheta(x)\langle t \rangle}$$

$$H = H(\mu_1(\cdot), \mu_2(\cdot)) = \int (\mu_1(\cdot) - \mu_2(\cdot)) dx,$$

$$\begin{cases} H > 0 \Leftrightarrow \mu_1(\cdot) > \mu_2(\cdot) \\ H = 0 \Leftrightarrow \mu_1(\cdot) = \mu_2(\cdot) \\ H < 0 \Leftrightarrow \mu_1(\cdot) < \mu_2(\cdot) \end{cases}$$

9

Досягнення структурної стійкості

Використовуємо схему із застосуванням модифікації алгоритму Гірвана-Ньюмана . При розбитті концептів на некорельовані підконцепти спочатку розглядаємо ребра, що є частиною найбільшої кількості найкоротших шляхів у графі (ступінь опосередкованості).

Довжина шляху R : $S_{(i,j) \in R} \{\omega_{ij}\langle v_i, v_j \rangle(\cdot)\}$.

10

Побудова когнітивної карти

Оцінки експертів представляються матрицею $M = [m_{ij}]$, $i, j = \overrightarrow{1..n}$. Значення m_{ij} вказує на ступінь переваги $\mu_A(x_i)$ над $\mu_A(x_j)$ і визначається відносно стандартної шкали вербальних суджень [4].

Значення в дискретних точках $\mu_A(x_i)$, $\mu_A(x_2) \dots \mu_A(x_n)$ визначаємо як розв'язок задачі:

$$MF^T = \vartheta_{max} F$$

11

Схема побудови початкової структури когнітивної карти

Модифікація методу SWOT-аналізу:

$$D_i = \sum_j K_{S_j T_i} - \sum_k K_{W_k T_i},$$

$$H_m = \sum_j K_{S_j O_m} - \sum_k K_{W_k O_m},$$

$$G_k = \sum_i K_{W_k T_i} + \sum_m K_{W_k O_m},$$

$$F_j = \sum_i K_{S_j T_i} + \sum_m K_{S_j O_m}$$

Ступені впливу K представимо у вигляді нечітких множин:

$$\mu_{D_i}(x) = \max\{\max_j\{\mu_{K_{S_j T_i}}(x)\} - \max_k\{\mu_{K_{W_k T_i}}(x)\}; 0\}$$

Застосувши дефазифікацію:

$$D_i^* = \frac{\sum_t x^t \cdot \mu_{D_i}(x^t)}{\sum_t \mu_{D_i}(x^t)}$$

На основі отриманих значень D_i^* , H_m^* , G_k^* , F_j^* обирається множина концептів, а фазифіковані значення D_i , H_m , G_k , F_j слугують для ініціалізації початкової структури графа зв'язків нечіткої когнітивної карти.

13

Отримання початкової множини концептів КК - морфологічний аналіз

I етап

Ймовірності $p_j^{(i)}$ настання кожної з альтернатив $a_j^{(i)}$

Умовні ймовірності настання конфігурацій:

$$P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)}) = \prod_{m=2}^N p_{j_m}^{(m)} \cdot \prod_{m=1}^{N-1} \prod_{l=m+1}^N (c_{m j_m, l j_l} + 1)$$

$$P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)}) = \frac{P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)})}{\sum_{k_2=1}^{n_2} \sum_{k_3=1}^{n_3} \dots \sum_{k_N=1}^{n_N} P'(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{k_2}^{(2)}, a_{k_3}^{(3)}, \dots, a_{k_N}^{(N)}\} | a_{j_1}^{(1)})}$$

14

II етап

Величина умовної результативності альтернативи $a_j^{(i)}$, $i \in \overline{N+1, N+N'}$ при конфігурації морфологічної таблиці першого етапу $\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}$:

$$R(a_j^{(i)} | \{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}) = \frac{p_j^{(i)} \cdot \prod_{m=1}^N (c_{m j_m, i j} + 1)}{\sum_{k=1}^{n_i} (p_k^{(i)} \cdot \prod_{m=1}^N (c_{m j_m, i k} + 1))}$$

За відсутності додаткової інформації, значення $p_j^{(i)} = \frac{1}{N'}$, $i \in \overline{N+1, N+N'}$

15

Очікувана результативність альтернативи $a_j^{(i)}$:

$$R_j^{(i)} = \sum_{j_1=1}^{n_1} \sum_{j_2=1}^{n_2} \dots \sum_{j_N=1}^{n_N} R(a_j^{(i)} | \{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\}) \cdot P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, a_{j_3}^{(3)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\})$$

ПОБУДОВА СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

- Металургія складає фундамент національної економіки України, оскільки щорічно забезпечує біля 30-40 % валютних надходжень та сприяє розвитку чисельних регіонів країни.
- Згідно з динамікою розвитку економіки України за останні роки, існує тенденція до збереження галуззю існуючих позицій в найближчій перспективі.
- Згідно з даними World Steel Association, Україна в світовому рейтингу в 2011 році займала 8 місце з виробництва сталі та заліза. Однак зараз ситуація є дуже нестабільною. І важко спрогнозувати розвиток даної сфери.

Фактори, які сприяють розвитку

- 1) Вигідне географічне положення підприємств та високий транспортний потенціал
- 2) Вдала локалізація більшості ресурсів, що використовуються у чорній металургії.
- 3) Вдала локалізація більшості ресурсів, що використовуються у чорній металургії
- 4) Членство України в СОТ, співпраця з Євросоюзом та інші.

18

Проблеми, які призупиняють розвиток

- 1) Проблеми на державному рівні
- 2) Відсутність чіткої позиції з боку держави щодо питань основних складових механізму державного управління (амортизаційна, податкова, грошово-кредитна політика тощо).
- 3) Напружене соціальне та економічне становище в районах проведення бойових дій.
- 4) Занепадаюча структура сталеливарного виробництва. Структура виробництва сталі поділилася таким чином: мартенівське виробництво – 44,3% (за кордоном цей показник становив 6 %); електросталь – 3,5 % (32%); конверторний спосіб – 52,2 % (62 %); сталь, розлита безперервним способом, – 28 % (95%).
- 5) Низька інвестиційна привабливість через наявність бойових дій на сході України.
- 6) Висока відходність виробництва. Відходи на 1 т прокату в Україні складають 300 кг, в Росії – 250, в Японії 50 кг та інші.

19

Тут вектор $F = [F_1, F_2, \dots, F_n]$, ϑ_{max} – максимальне власне число матриці M .

Обґрунтування коректності: $M > 0$ за побудовою $\rightarrow \exists! \vartheta_{max}$.

Отже значення ФН в дискретних точках: $\mu_A(x_i) = \frac{F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$, де $\sum_{i=1}^n F_i = 1$

12

Неконтрольовані (зовнішні фактори)

1. Основні ланцюги остаточної продукції	2. Основний імпортувальник сировини	3. Статус бойових дій в regionі	4. Стан внутрішньої сировинної бази	5. Середній вік робочої сили	6. Рівень кваліфікації фахівців
1.1 Внутрішні агенти	2.1 Використання власної сировини	3.1 Активні	4.1 Запаси, близькі до виснаження	5.1 до 25	6.1 Низький
1.2 Країни ЄС	2.2 Країни Близького Сходу	3.2 Припинені (контроль території)	4.2 Достатні запаси при низькому рівні розробки родовищ	5.2 25-35	6.2 Середній
1.3 Країни СНД	2.3 Росія	3.3 Заморожені	4.3 Достатні запаси при адекватному рівні розробки родовищ	5.3 35-55	6.3 Адекватний ринкові рівням
1.4 Країни Далекého Сходу	2.4 Китай, Індія, інші країни Далекého Сходу	3.4 Припинені (втрата контролю)		5.4 більше 55	6.4 Перекваліфікація
1.5 США					

20

Параметри стратегії

7. Інвестиційні заходи	8. Заходи щодо інфраструктури	9. Організаційні заходи
7.1 Зниження податків на інвестиції	8.1 Переобладнання існуючих підприємств	9.1 Зниження корупції на всіх рівнях
7.2 Заходи з подолання корупції в інвестиційній сфері	8.2 Нові проекти будівництва кар'єрів та ГЗ	9.2 Встановлення нових контактів з іноземними покупцями продукції
7.3 Зовнішня пропаганда інвестиційної привабливості	8.3 Відкриття іноземних філій металургійних конгломератів	9.3 Пропаганда престижності професії металурга
7.4 Збільшення частки бюджету на внутрішні інвестиції	8.4 Реорганізація транспортних розв'язок	9.4 Зниження пенсійного віку для окремих категорій металургійних працівників
7.5 Підтримка існуючих, створення нових інвестиційних фондів для населення	8.5 Розробка родовищ, близьких до переробних підприємств	9.5 Підвищення рівня оплати праці
	8.6 Перехід на обладнання міжнародного рівня якості	9.6 Перегляд доцільності співпраці зі старими постачальниками
		9.7 Еволюційна заміна олігархічної формації в галузі

21

Попередні оцінки ймовірності альтернатив параметрів

1. Основні покупці остаточної продукції	2. Основний імпортувальник сировини	3. Становище бойових дій в регіоні	4. Стан внутрішньої сировинної бази	5. Середній вік робочої сили	6. Рівень кваліфікації фахівців
0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	0.2
0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.2
0.2	0.3	0.4	0.3	0.5	0.5
0.1	0.2	0.1		0.3	0.1
0.1					

22

I етап

Таблиця конфігурацій

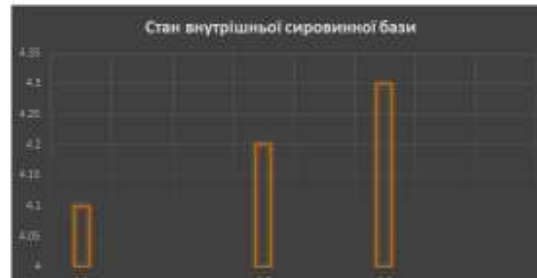
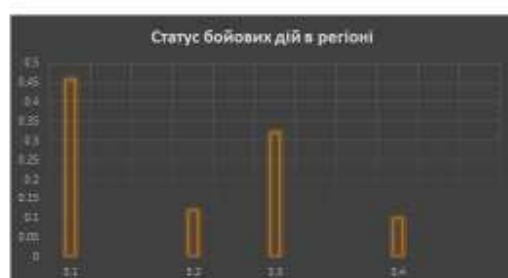
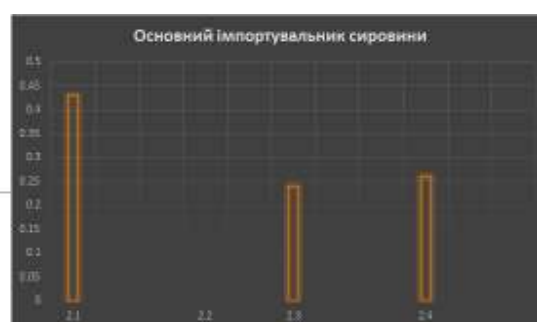
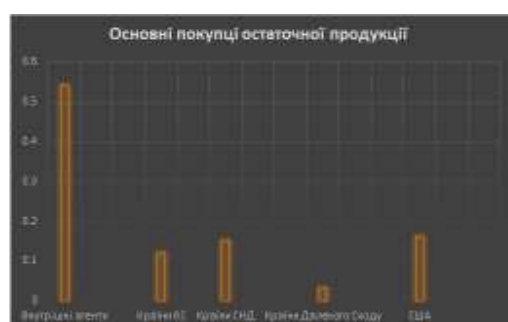
P1	P2	P3	P4	P5	P6	c	n'(1)	n'(2)	n'(3)	n'(4)	n'(5)	n'(6)
1	1	1	1	2	1	0,31	0,013	0,048	0,065	0,031	0,036	0,084
1	1	1	1	2	2	0,45	0,0089	0,042	0,055	0,025	0,054	0,015
1	1	1	1	2	3	0,78	0,342	0,022	0,054	0,015	0,0154	0,065
1	1	1	1	2	4	0,13	0,134	0,055	0,032	0,023	0,0254	0,063
1	1	1	1	3	1	0,84	0,043	0,026	0,057	0,015	0,032	0,016
1	1	1	1	3	2	0,25	0,071	0,115	0,043	0,016	0,043	0,053
1	1	1	1	3	3	0,41	0,543	0,015	0,006	0,023	0,021	0,012
1	1	1	1	3	4	0,53	0,054	0,028	0,054	0,063	0,143	0,054

Результати першого етапу МА

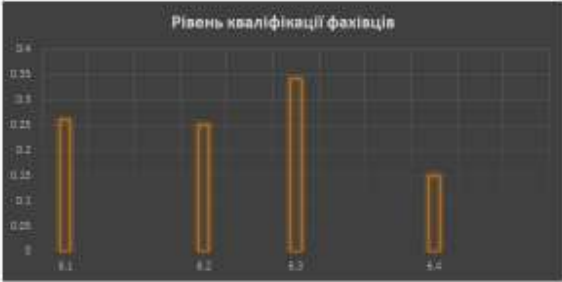
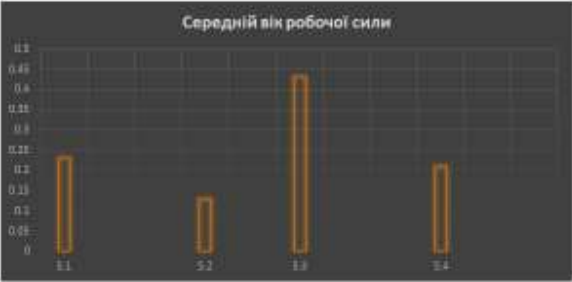
1. Основні показники експортних продуктів	2. Основні експортні сегменти	3. Дані за бойові дії в регіоні	4. Дані експортних сегментів баз	5. Середній рік роботи, тиж.	6. Рівень кваліфікації фахівців
1.1 Вугірний експорт	2.1 Валористеми експортів сегментів	3.1 Актівні	4.1 Запаси, близькі до закінчення	5.1 до 25	6.1 Низький
1.2 Країни ЄС	2.2 Країни-близькі до ЄС	3.2 Прибутки (показують територію)	4.2 Достатні запаси при низькому рівні розвитку сегментів	5.2 25-35	6.2 Середній
1.3 Країни СНД	2.3 Росія	3.3 Завантаження	4.3 Достатні запаси при адекватному рівні розвитку сегментів	5.3 35-55	6.3 Адекватний рівень розвитку
1.4 Країни Далнього Сходу	2.4 Китай, Індія, інші країни Далнього Сходу	3.4 Прибутки (стратегічний контроль)		5.4 більше 55	6.4 Переважний
1.5 США					

- Найбільш вірогідними покупцями остаточної продукції будуть внутрішні агенти.
- В якості сировини, швидше за все, використовуватиметься сировина внутрішніх постачальників.
- З найбільшою ймовірністю бойові дії не вийдуть з активної фази.
- При цьому стан внутрішньої сировинної бази характеризується достатніми запасами при низькому рівні розробки родовищ.
- Середньостатистичний працівник металургійної галузі має вік від 35 до 55 років.
- Кваліфікація працівників з найбільшою ймовірністю має адекватний ринковим умовам рівень.

27



28



II етап

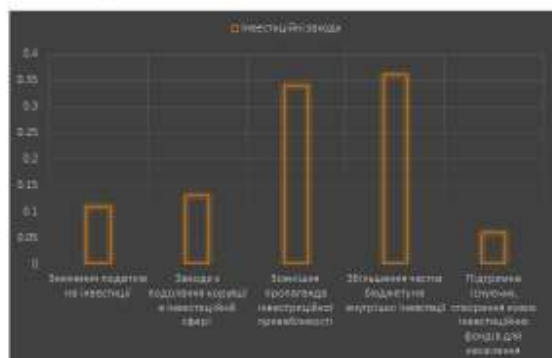
Величини умовних результативностей

F7										
F1	F2	F3	F4	F5	F6	1	2	3	4	5
1	1	1	1	2	1	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191
1	1	1	1	2	2	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264
1	1	1	1	2	3	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265
1	1	1	1	2	4	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273
1	1	1	1	3	1	0.161	0.161	0.161	0.161	0.161
1	1	1	1	3	2	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213
1	1	1	1	3	3	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217
1	1	1	1	3	4	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229

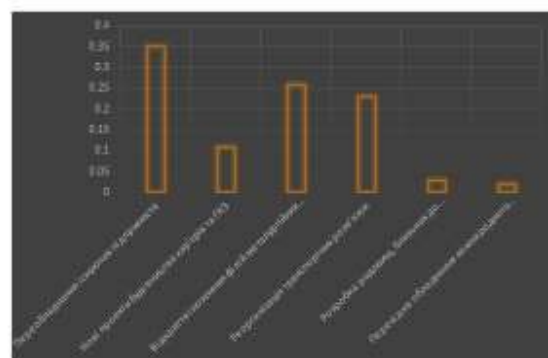
						F8					
F1	F2	F3	F4	F5	F6	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	2	1	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191
1	1	1	1	2	2	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264	0.264
1	1	1	1	2	3	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265	0.265
1	1	1	1	2	4	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273	0.273
1	1	1	1	3	1	0.161	0.161	0.161	0.161	0.161	0.161
1	1	1	1	3	2	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213	0.213
1	1	1	1	3	3	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217
1	1	1	1	3	4	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229	0.229

F9												
F1	F2	F3	F4	F5	F6	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	2	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1	1	1	1	2	2	91	91	91	91	91	91	91
1	1	1	1	2	2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1	1	1	1	2	2	64	64	64	64	64	64	64
1	1	1	1	2	3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1	1	1	1	2	3	65	65	65	65	65	65	65
1	1	1	1	2	4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1	1	1	1	2	4	73	73	73	73	73	73	73
1	1	1	1	3	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1	1	1	1	3	1	61	61	61	61	61	61	61
1	1	1	1	3	2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1	1	1	1	3	2	13	13	13	13	13	13	13
1	1	1	1	3	3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1	1	1	1	3	3	17	17	17	17	17	17	17
1	1	1	1	3	4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
1	1	1	1	3	4	29	29	29	29	29	29	29

Результати 2-го етапу МА

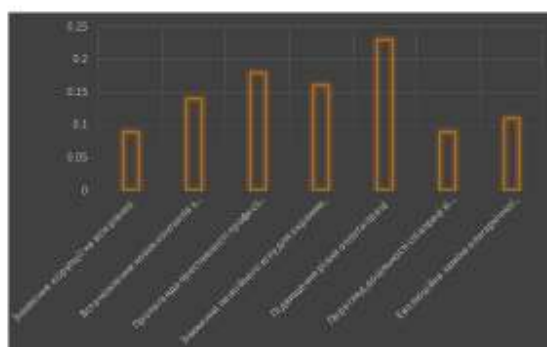


Інвестиційні заходи



Заходи щодо інфраструктури

31



Організаційні заходи

32

Результати 2-го етапу МА

- Найбільш результативним інвестиційним заходом було збільшення частки бюджету на внутрішні інвестиції.
- Також високу результативність має зовнішня пропаганда інвестиційної привабливості.
- Найрезультативнішим заходом щодо інфраструктури виявилось переобладнання існуючих підприємств.
- Організаційним заходом з максимальною результативністю є підвищення рівня оплати праці.

33

Побудова когнітивної карти

F_1 – об'єми продажу продуктів галузі внутрішнім агентам.

F_2 – процентне співвідношення використання власної сировини.

F_3 – інтенсивність бойових дій.

F_4 – рівень розробки сировинних родовищ.

F_5 – кількість робочої сили середнього віку.

F_6 – рівень оплати праці.

F_7 – частка бюджету, спрямована на внутрішні інвестиції в галузь.

F_8 – темпи переобладнання підприємств.

34

Приклад матриць ПП для $\vartheta_{F1}, \vartheta_{F2}, \vartheta_{F3}, \mu_{F1,F2}, \mu_{F2,F3}$.

$M_{\mu_{F1}}$	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0.1	1.00	3.00	3.00	5.00	6.00
0.3	0.33	1.00	4.00	4.00	5.00
0.5	0.33	0.25	1.00	2.00	3.00
0.7	0.20	0.25	0.50	1.00	3.00
0.9	0.17	0.20	0.33	0.33	1.00

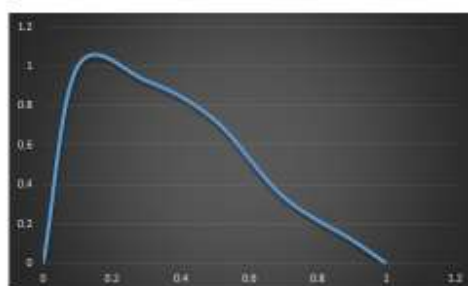
$M_{\vartheta_{F2}}$	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0.1	1.00	4.00	0.40	0.25	8.00
0.3	0.25	1.00	4.00	4.00	5.00
0.5	2.50	2.50	0.33	2.00	0.45
0.7	4.00	0.25	0.50	1.00	3.00
0.9	0.33	0.20	2.22	0.33	1.00

$M_{\vartheta_{F3}}$	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0.1	1.00	3.00	0.11	5.00	0.11
0.3	0.33	1.00	4.00	0.25	5.00
0.5	9.09	9.09	1.00	2.00	3.00
0.7	0.20	4.00	0.50	1.00	3.00
0.9	9.09	0.20	0.33	0.33	1.00

M	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
0.1	1.00	0.20	3.00	5.00	6.00
0.3	5.00	1.00	4.00	1.00	5.00
0.5	0.33	0.33	1.00	2.00	0.40
0.7	0.20	1.00	0.50	1.00	3.00
0.9	0.17	0.20	2.50	0.33	1.00

35

Вигляд ФН фактора F1



36

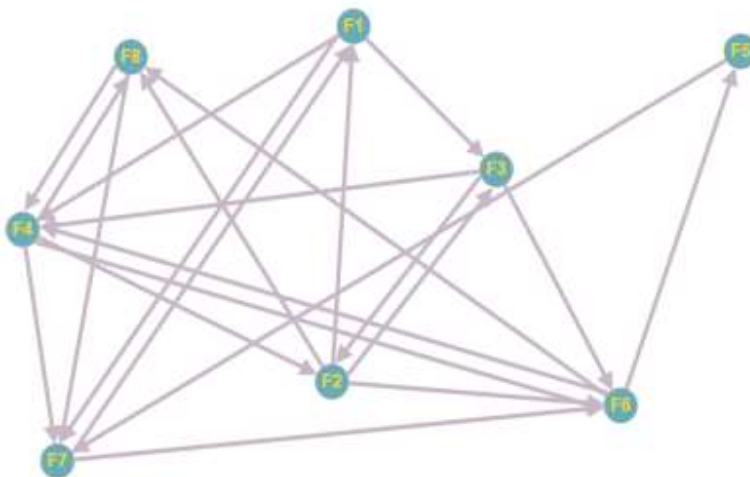
Перша ітерація когнітивної карти F^1

Коефіцієнт ранжування

$H(\mu_{F4 \rightarrow F7 \rightarrow F6 \rightarrow F8}(\cdot), \mu_0(\cdot)) > 0$, отже карта є структурно нестійкою. Також $\rho(F_1^1) = 1.32 > 1$, тобто чисельна стійкість відсутня.

Модифікована процедура Гірвана-Ньюмана

Концепт	Питомий ступінь опосередкованості
F8	0,31
F6	0,23
F3	0,2
F1	0,13
F4	0,13
F5	0,1
F7	0,1
F2	0,1



37

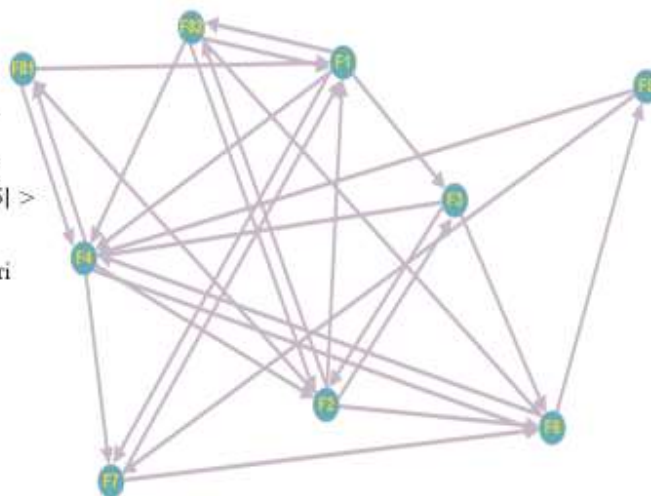
Розбиваємо концепт F8 на некорельовані підконцепти F81 («темпи заміни виробничого обладнання») та F82 («темпи оновлення інфраструктури»).

Коефіцієнт ранжування

$H(\mu_{F82 \rightarrow F2 \rightarrow F6 \rightarrow F5 \rightarrow F4 \rightarrow F81 \rightarrow F1 \rightarrow F2}(\cdot), \mu_0(\cdot)) > 0$, отже карта є структурно нестійкою. Також $|\rho(F_2^2)| = |-1.5| > 1$, тобто чисельна стійкість відсутня.

Ранжування концептів за ступенем опосередкованості

Концепт	Питомий ступінь опосередкованості
F2	0,35
F4	0,22
F82	0,3
F8	0,23
F81	0,21
F6	0,12
F1	0
F7	0
F5	0

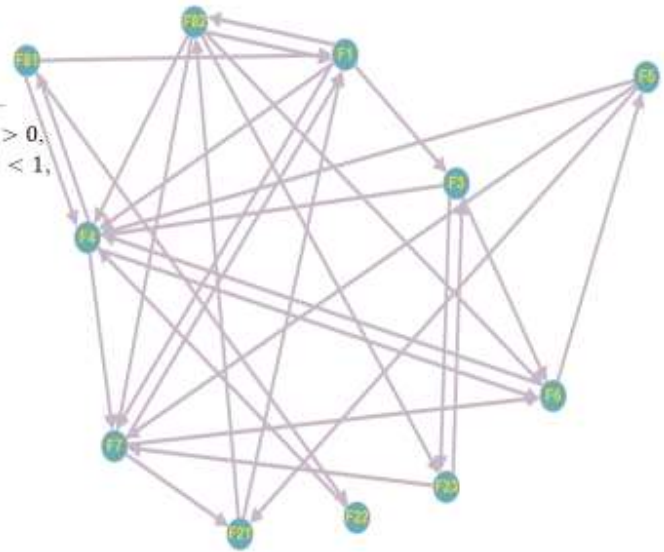


38

Розбиваємо концепт F2 на некорельовані підконцепти F21 («процентне співвідношення використаних власних руд»), F22 («процентне співвідношення використаних власних допоміжних матеріалів»), F23 («процентне співвідношення використаних власних енергоносіїв»).

Коефіцієнт ранжування $H(\mu_{F7 \rightarrow F21 \rightarrow F22 \rightarrow F23}(\cdot), \mu_0(\cdot)) > 0$,
отже карта є структурно нестійкою. $|\rho(F_2^3)| = |-0.5| < 1$,
тобто когнітивна карта є чисельно стійкою.

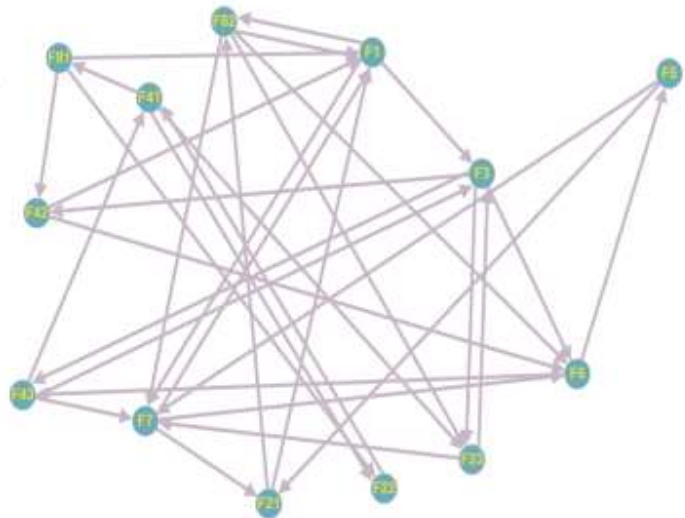
Концепт	Поголовий ступінь опосередкованості
F4	0,42
F23	0,31
F82	0,3
F22	0,25
F83	0,25
F6	0,21
F23	0,2
F2	0,1
F5	0,1
F3	0
F1	0
F7	0



39

Розбиваємо концепт F4 на некорельовані підконцепти F41 («рівень розробки рудних родовищ»), F42 («рівень розробки родовищ проміжних продуктів»), F43 («рівень розробки попередніх матеріалів металургійних реагентів»).

Коефіцієнт ранжування $H(\mu_5(\cdot), \mu_0(\cdot)) > 0 \forall S$,
отже карта є структурно стійкою. $|\rho(F_4^3)| = |-0.3| < 1$, тобто когнітивна карта є чисельно стійкою.



40

Отримана когнітивна модель дозволяє провести сценарний аналіз розвитку металургійної галузі України шляхом імітаційного моделювання імпульсних процесів на когнітивній карті.

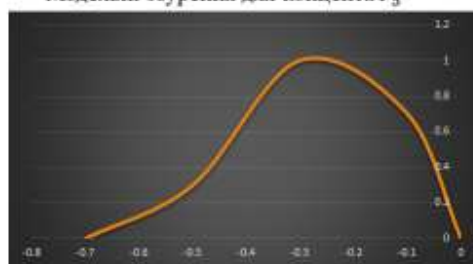
Основні заходи та поточні тенденції, актуальні для промислового комплексу України загалом та металургійної галузі:

- На даний момент спостерігається стійке спадання кількості працівників середнього віку в галузі (F_5),
- існує значний ризик відновлення бойових дій в суміжних районах (F_3),
- в програмі Міністерства економічного розвитку і торгівлі – підвищення заробітної плати працівникам галузі (F_6),
- планується підвищення частки бюджету, спрямованої на внутрішні інвестиції (F_7).

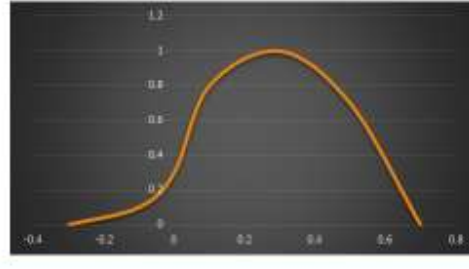
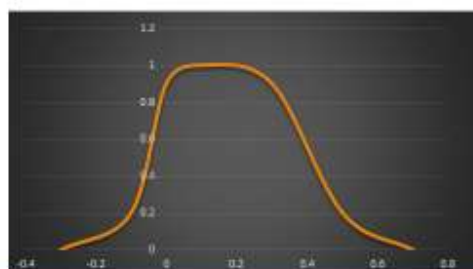
41

Нечіткі збурення в даних концептах представлені нечіткими значеннями з ФН

Модельні збурення для концепта F_5



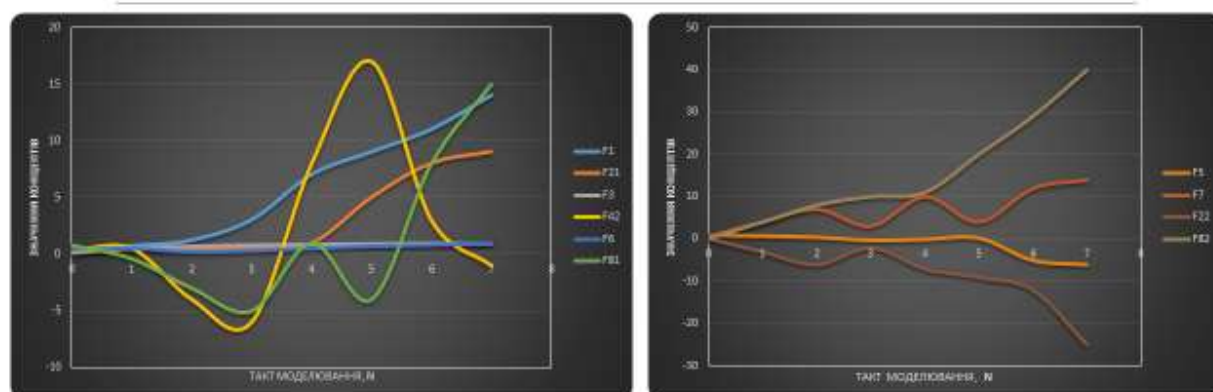
Модельні збурення для концепта F_3



Модельні збурення для концепта F_6

Модельні збурення для концепта F_7

Результати імпульсного моделювання



45

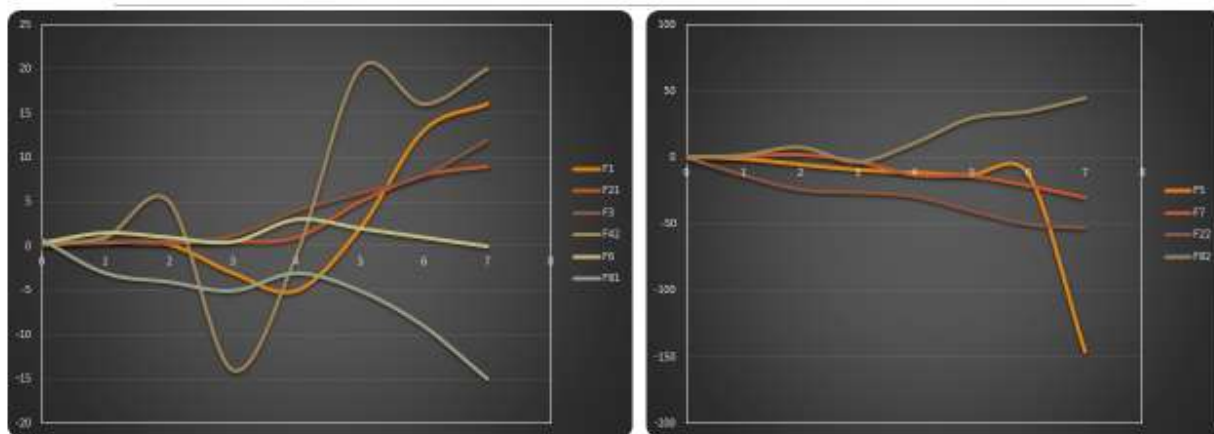
Альтернативний розвиток подій описаного в [5] (більш стрімкий вплив кваліфікованої робочої сили працездатного віку).



Модельні збурення для концепта P_5

46

Результати імпульсного моделювання



45

Висновки за результатами сценарного аналізу

- стимулювання підвищення частки бюджету, спрямованої на внутрішні інвестиції в галузь металургії матиме помітний вплив на найбільшу кількість інших суттєвих факторів;
- встановлення контролю над новими ринками збуту всередині країни дозволить утвердити металургійну галузь в ролі базової складової української економіки, збільшити її частку у ВВП та експорті;
- при проведенні реструктуризації галузі ключову роль відіграє прискорення темпів переобладнання підприємств;
- підвищення темпів перенавчання робочої сили та подолання процесу зростання середнього віку фахівців дозволить зменшити вплив таких негативних факторів як ризик простою виробництва в процесі страйків, зростання частки браку продукції, падіння якості робочої сили;
- найбільш негативний вплив мають фактори, пов'язані з активізацією воєнних дій та зменшенням кількості робочої сили середнього віку.

46

Висновки

- Проведено огляд проблем побудови складних систем та існуючих методів когнітивного аналізу.
- Обґрунтовано необхідність розробки модифікацій нечітких когнітивних моделей.
- Здійснено розробку та обґрунтування модифікованої процедури побудови нечітких когнітивних карт із застосуванням апарату нечітких множин.
- Розроблено та описано обчислювальний алгоритм.
- В задачі виявлення основних факторів предметної області для побудови початкової структури когнітивної карти було взято за основу результати двоетапного морфологічного аналізу.
- Здійснено програмну реалізацію обчислювального алгоритму.
- Застосовано отриману програмну реалізацію до пошуку сценаріїв побудови складних систем на прикладі металургійного комплексу України.

47

Дякую за увагу

48

ДОДАТОК Б ПРОГРАМНИЙ КОД

```

public class MorphologicalAnalysisProvider
{
    private ExcelSheetProvider _sheetProvider;

    public MorphologicalAnalysisProvider (ExcelSheetProvider sheetProvider)
    {
        _sheetProvider = sheetProvider;
    }

    private void MorphologicalProcess()
    {
        _sheetProvider.Initialize();

        var M = Matrix<double>.Build;
        var V = Vector<double>.Build;

        int N = 3;

        // n[i] is a number of alternatives for i-th factor
        int[] n = new int[N];

        n[0] = 3;
        n[1] = 4;
        n[2] = 2;

        // i-th element is a vector of initial probabilities for i-the factor's
alternatives
        Vector<double>[] initP = new Vector<double>[N];

        initP[0] = V.DenseOfArray(new[] { 0.3, 0.5, 0.2 });
        initP[1] = V.DenseOfArray(new[] { 0.4, 0.3, 0.1, 0.2 });
        initP[2] = V.DenseOfArray(new[] { 0.3, 0.7 });

        int n_max = n.Max();

        var cMatrix = new Matrix<double>[N, N];
    }
}

```

```

for (int i = 0; i < N - 1; i++)
    for (int j = i + 1; j < N; j++)
        cMatrix[i, j] = M.Sparse(n[i], n[j]);

// F1-F2 block
cMatrix[0, 1][0, 0] = 0.5;
cMatrix[0, 1][2, 1] = -0.5;

// F1-F3 block
cMatrix[0, 2][0, 0] = 0.2;
cMatrix[0, 2][1, 0] = 0.3;

// F2-F3 block
cMatrix[1, 2][0, 0] = 0.5;
cMatrix[1, 2][2, 1] = -1;

// F[i] permutations

int totalPermCnt = 1;

foreach (int num in n)
    totalPermCnt *= num;

// create F[i] to store permutations

int[][] F = new int[N][];

for (int i = 0; i < N; i++)
{
    F[i] = new int[totalPermCnt];
    F[i][0] = 0;
}

int permInd = 1;
int currFIndex = N - 1;

```

```

do
{

    for (int i = 0; i < N; i++)
        F[i][permInd] = F[i][permInd - 1];

    while (++F[currFIndex][permInd] == n[currFIndex])
    {
        F[currFIndex][permInd] = 0;
        currFIndex--;
    }

    currFIndex = N - 1;

    ++permInd;
}
while (permInd < totalPermCnt);

// -- all permutations generated

permInd = 0;

// calculate column of c values
double[] c = new double[totalPermCnt];

while (permInd < totalPermCnt)
{
    c[permInd] = 1;

    for (int m = 0; m < N - 1; m++)
        for (int l = m + 1; l < N; l++)
            c[permInd] *= (cMatrix[m, l][F[m][permInd], F[l][permInd]] +
1);

    permInd++;
}
// --

double[,] pMarginal = new double[N, totalPermCnt];

```



```

for (int i = 0; i < N; i++)
    for (permInd = 0; permInd < totalPermCnt; permInd++)
    {
        pMarginal[i, permInd] = c[permInd];

        for (int Find = 0; Find < N; Find++)
            if (Find != i)
                pMarginal[i, permInd] *= initP[Find][F[Find][permInd]];
    }
// -- calculated marginal probs

// calc normalized marginal probs inplace
// normlize only inside current alternatives' values

for (int i = 0; i < N; i++)
{
    for (int currFValue = 0; currFValue < n[i]; currFValue++)
    {
        double sum = 0;
        for (permInd = 0; permInd < totalPermCnt; permInd++)
            if (currFValue == F[i][permInd])
                sum += pMarginal[i, permInd];

        for (permInd = 0; permInd < totalPermCnt; permInd++)
            if (currFValue == F[i][permInd])
                pMarginal[i, permInd] /= sum;
    }
}

// calculate joint probability for each permutation
double[] Pjoint = new double[totalPermCnt];

for (permInd = 0; permInd < totalPermCnt; permInd++)
    Pjoint[permInd] = pMarginal[0, permInd] * initP[0][F[0][permInd]];

// calculate P[i] matrices

Matrix<double>[] PMatrices = new Matrix<double>[N];

for (int currInd = 0; currInd < N; currInd++)

```

```

{

    int nextInd = currInd + 1;

    if (nextInd == N)
        nextInd = 0;

    PMatrices[currInd] = Matrix<double>.Build.Dense(n[currInd],
n[nextInd]);

    for (int k = 0; k < n[currInd]; k++)
        for (int l = 0; l < n[nextInd]; l++)
        {
            PMatrices[currInd][k, l] = 0;

            permInd = 0;

            while (permInd < totalPermCnt)
            {
                if (F[currInd][permInd] == k && F[nextInd][permInd] == l)
                    PMatrices[currInd][k, l] += pMarginal[nextInd,
permInd];

                permInd++;
            }
        }

    // -- filled the PMatrices[currInd]
}
// -- filled all the PMatrices

// calculate the matrices' product

Matrix<double> P = Matrix<double>.Build.DenseIdentity(n[0], n[0]);

for (int i = 0; i < N; i++)
    P = P * PMatrices[i];

Vector<double> x = Vector<double>.Build.Dense(n[0]);
x[0] = 1;

```

```

Vector<double> xNext = x;

// find x1 iteratively
do
{
    x = xNext;
    xNext = P * x;
} while ((x - xNext).L2Norm() > 1e-6);

Vector<double>[] xArray = new Vector<double>[N];

xArray[N - 1] = PMatrices[N - 1] * x;

for (int i = N - 2; i >= 0; i--)
    xArray[i] = PMatrices[i] * xArray[i + 1];

// Normalize - apparently, unnecessary

//for (int i = 0; i < N; i++)
//    xArray[i] /= xArray[i].L1Norm();

for (int i = 0; i < N; i++)
    textBox1.Text += xArray[i].ToString("G2");

// 2nd part

// number of additional factors
int NN = 2;
// number of alternatives for each factor
int[] nn = new int[] { 2, 3 };

// initial prob
Vector<double>[] ppInitial = new Vector<double>[NN];

// may insert equal values here
ppInitial[0] = Vector<double>.Build.DenseOfArray(new[] { 0.3, 0.5 });
ppInitial[1] = Vector<double>.Build.DenseOfArray(new[] { 0.1, 0.4, 0.8
});

```

```

// cross-matrix

var crossCorrelation = new Matrix<double>[N, NN];

for (int i = 0; i < N; i++)
    for (int j = 0; j < NN; j++)
        crossCorrelation[i, j] = M.Sparse(n[i], nn[j]);

// initialize one value for each submatrix
crossCorrelation[0, 0][0, 0] = 0.3;
crossCorrelation[1, 0][0, 0] = 0.1;
crossCorrelation[2, 0][0, 0] = 0.2;

crossCorrelation[0, 1][0, 0] = 0.8;
crossCorrelation[1, 1][0, 0] = 0.2;
crossCorrelation[2, 1][0, 0] = -0.9;

// -- initialized cross-corelation

Vector<double>[] Rcompound = new Vector<double>[NN];

for (int i = 0; i < NN; i++)
{
    Rcompound[i] = Vector<double>.Build.Dense(nn[i]);

    for (permInd = 0; permInd < totalPermCnt; permInd++)
    {
        double[] R = new double[nn[i]];

        double sum = 0;

        for (int j = 0; j < nn[i]; j++)
        {
            R[j] = ppInitial[i][j];

            for (int m = 0; m < N; m++)
            {

```

```

        R[j] *= (1 + crossCorrelation[m, i][F[m][permInd], j]);
    }

    sum += R[j];
}

for (int j = 0; j < nn[i]; j++)
{
    Rcompound[i][j] += (R[j] / sum) * Pjoint[permInd];
}

}

}

// -- calculated Rcompound - expected effectiveness for each alternative

_sheetProvider.DumpFromCurrentContext();
}
}

using System;
using System.Threading;
using CognitiveEngineWrapper;

namespace CognitiveBuilderConsole
{
    public static class Program
    {
        private static CommandImpementationProvider _cognitiveEngineCommandImplementation;

        static Program()
        {
            _cognitiveEngineCommandImplementation = new CommandImpementationProvider();
        }

        public static void PrintHelp()
        {
        }

        public static void Exit()
        {
            Console.BackgroundColor = ConsoleColor.Black;
            Console.ForegroundColor = ConsoleColor.Red;

            Console.WriteLine("Closing all the spreadsheets and flushing data...");
        }
    }
}

```

```

for (int i = 0; i < 100; i++)
{
    if (!CommandImpementationProvider.IsSpreadSheetClosureInProgress())
    {
        break;
    }

    Console.Write(".");
    Thread.Sleep(10);
}

// The assembly may still keep a handle to the closed spreadsheet.
// Wait for a while...
Thread.Sleep(1000);

Console.WriteLine();
Console.WriteLine("Unloading the dynamically reflected assemblies...");

for (int i = 0; i < 100; i++)
{
    if (!CommandImpementationProvider.IsSpreadSheetClosureInProgress())
    {
        break;
    }

    Console.Write(".");
    Thread.Sleep(10);
}
}

public static void WaitForCommand()
{
    Console.ForegroundColor = ConsoleColor.Green;
    Console.BackgroundColor = ConsoleColor.Black;
    Console.Write("command prompt@ ");
    Console.BackgroundColor = ConsoleColor.White;
    Console.ForegroundColor = ConsoleColor.Blue;
}

public static void ShowHelp()
{
    Console.ForegroundColor = ConsoleColor.Green;
    Console.BackgroundColor = ConsoleColor.Black;
    Console.WriteLine("available commands: ");
    Console.BackgroundColor = ConsoleColor.Black;
    Console.ForegroundColor = ConsoleColor.DarkYellow;

    ShowExitHelp();
    ShowGenerateTemplateHelp();
    ShowFunctionFromTemplateHelp();
    ShowScenariosFromSetsHelp();

    Console.WriteLine();
}

public static void ShowUnknownCommandError()
{
    Console.BackgroundColor = ConsoleColor.Black;
    Console.ForegroundColor = ConsoleColor.Red;
}

```

```

        Console.WriteLine("Unknown command. Type 'help' for the list of available
commands...");
        Thread.Sleep(1000);
    }

    static void Main(string[] args)
    {
        RunTheCommandLoop();
    }

    private static void RunTheCommandLoop()
    {
        string command = string.Empty;

        WaitForCommand();

        while (!command.Equals("exit"))
        {
            command = Console.ReadLine();
            string commandHeader = command.Split(' ')[0];

            switch (commandHeader)
            {
                case "exit":
                {
                    Exit();

                    break;
                }
                case "help":
                {
                    ShowHelp();

                    WaitForCommand();
                    break;
                }
                case "generate-template":
                {
                    int N = int.Parse(command.Split(' ')[1]);

                    _cognitiveEngineCommandImplementation.GenerateTemplate(N);

                    break;
                }
                case "generate-sets-from-template":
                {
                    _cognitiveEngineCommandImplementation.GenerateSets();

                    break;
                }
                case "generate-scenarios-from-sets":
                {
                    _cognitiveEngineCommandImplementation.GenerateScenariosFromSets();

                    break;
                }
            }
        }
    }

```

```

        default:
        {
            ShowUnknownCommandError();
            WaitForCommand();
            break;
        }
    }
}

private static void ShowExitHelp()
{
    Console.WriteLine();
    Console.WriteLine("exit : closes the spreadsheets and exits console");
    Console.WriteLine();
}

private static void ShowGenerateTemplateHelp()
{
    Console.WriteLine();
    Console.WriteLine("generate-template <N> : generates a template spreadsheet with
placeholders for <N>-concept set of pairwise comparison matrices");
    Console.WriteLine();
}

private static void ShowFunctionFromTemplateHelp()
{
    Console.WriteLine();
    Console.WriteLine("generate-sets-from-template : generates fuzzy sets from the
filled out <N>-concept set of pairwise comparison matrices");
    Console.WriteLine();
}

private static void ShowScenariosFromSetsHelp()
{
    Console.WriteLine();
    Console.WriteLine("generate-scenarios-from-sets : generates scenarios from fuzzy
sets previously generated from the filled out <N>-concept set of pairwise comparison
matrices");
    Console.WriteLine();
}
}

using System;
using System.Diagnostics;
using System.IO;
using System.Reflection;

namespace CognitiveEngineWrapper
{
    public class CommandImplementationProvider

```



```

{
    private readonly string ImplementingAssemblyName =
"CognitiveFuzzyProcessImplementation.dll";
    private Assembly _asm;

    public CommandImplementationProvider()
    {
        Console.WriteLine("Reflecting on the assembly {0}...",
ImplementingAssemblyName);

        try
        {
            Assembly _asm = Assembly.LoadFrom(ImplementingAssemblyName);
        }
        catch (Exception)
        {
        }

        Console.WriteLine("Assembly {0} was loaded successfully",
ImplementingAssemblyName);
    }

    // All the fuzzy functionality is implemented in a separately built assembly.
    // We use it in several projects: console, WPF GUI.
    // Therefore, it's better to invoke the cognitive set functionality via reflection.
    public void TryInvokeActualImplementationForCurrentMethod()
    {
        try
        {
            Assembly _asm = Assembly.LoadFrom(ImplementingAssemblyName);
            Type t =
_asm.GetType("CognitiveFuzzyProcessImplementation.FuzzyImplementationProvider");

            StackTrace st = new StackTrace();
            StackFrame sf = st.GetFrame(0);

            MethodBase currentMethodName = sf.GetMethod();

            var methodInfo = t.GetMethod(currentMethodName.ToString(), new Type[] {
typeof(int), typeof(string) });
        }
        catch (Exception)
        {
        }
        finally
        {
        }
    }
}

public void CopyFileToTheResultDir(string fileName)
{
    var currentDir = Directory.GetCurrentDirectory();
    var resultingSpreadsheetsDir = Path.Combine(currentDir, "Spreadsheet data");

    var userResultsDir = Path.Combine(currentDir, "Look for results here");

    if (!Directory.Exists(userResultsDir))
    {

```

```

        Directory.CreateDirectory(userResultsDir);
    }

    File.Copy(Path.Combine(resultingSpreadsheetsDir, fileName),
Path.Combine(currentDir, "Look for results here", fileName));
}

    public void GenerateTemplate(int n)
    {
        Console.WriteLine("Look for the {0}-concept template spreadsheet in \"Concept
fuzzy template.xlsx\"", n);
        TryInvokeActualImplementationForCurrentMethod();
        // Copy the result to the current dir.
        CopyFileToTheResultDir("Concept fuzzy template.xlsx");
    }

    public void GenerateSets()
    {
        Console.WriteLine("Look for the generated fuzzy-sheet spreadsheet in
\"Intermediate functions.xlsx\"");
        TryInvokeActualImplementationForCurrentMethod();
        // Copy the result to the current dir.
        CopyFileToTheResultDir("Intermediate functions.xlsx");
    }

    public void GenerateScenariosFromSets()
    {
        Console.WriteLine("Look for the generated scenarios spreadsheet in \"Scenario
output.xlsx\"");
        TryInvokeActualImplementationForCurrentMethod();
        // Copy the result to the current dir.
        CopyFileToTheResultDir("Scenario output.xlsx");
    }

    public static bool IsSpreadSheetClosureInProgress()
    {
        // ToDo: implement correct closure to avoid data corruption in case of multiple-
        process access to the spreadsheet.
        return true;
    }
}
}

```